

# 591 Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg

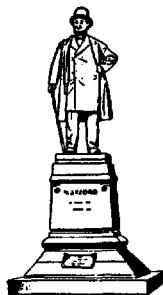
---

Grete Thorbek og J. Fris Jensen

## **Virkingen af temperaturerne 28 og 12°C på slagtekyllingers energiomsætning, kemiske sammensæt- ning og kalcium- og fosforomsætning**

*Influence of ambient temperatures,  
28 versus °C on energy metabolism,  
chemical composition and calcium- and  
phosphorus metabolism in broilers*

With English summary and subtitles



---

I kommission hos Landhusholdningsselskabets forlag,  
Rolighedsvej 26, 1958 Frederiksberg C.

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1985



FORORD

I tilknytning til tidligere klimaforsøg med slagtekyllinger, hvori temperaturens indflydelse vurderes ud fra vækst, foderforbrug og kemisk sammensætning af kyllinger, er der i denne undersøgelse gennemført balanceforsøg i respirationskamre. Til forsøgene benyttes respirationsanlægget ved afdeling for dyrefysiologi og biokemi, idet dette med små ændringer kunne bruges til små hold kyllinger, medens anlægget iøvrigt kunne anvendes umiddelbart. Ved undersøgelsen blev der føjet værdifuld viden til de erfaringer, som allerede var indsamlet ved forsøgene i klimakamre.

Forsøgene blev forestået af forsøgsleder Grete Thorbek, idet forsøgsplanen blev opstillet i samarbejde med undertegnede på grundlag af resultaterne i klimakamre. Ved forsøgets gennemførelse medvirkede desuden Bente Mathiasen, Vibeke Nielsen, Inge Staffeldt, J. Lind og H. B. Keldman Hansen. Manuskriptet er opsat og renskrevet af assistent Ingelise Andersen.

Afdelingen vil gerne takke forsøgsleder Grete Thorbek, medarbejderne ved afdelingen for forsøg med dyrefysiologi og biokemi samt alle, som har bidraget til beretningen.

København, maj 1985

J. Fris Jensen

## INDHOLDSFORTEGNELSE

|   | Side |
|---|------|
| FORORD  | 3    |
| 1. SAMMENDRAG   | 5    |
| 2. SUMMARY  | 8    |
| 3. INDLEDNING   | 11   |
| 4. MATERIALER OG METODER  | 12   |
| 4.1 Forsøgsoversigt   | 12   |
| 4.2 Forsøgsdyr og forsøgsfoder  | 13   |
| 4.3 Metodik ved balanceforsøgene  | 15   |
| 4.4 Metodik ved slagteforsøgene   | 16   |
| 5. RESULTATER FRA BALANCEFORSØGENE  | 19   |
| 5.1 Foderoptagelse, tilvækst og foderforbrug  | 19   |
| 5.2 Fordøjelighed og omsættelighed  | 23   |
| 5.3 Luftstofs-kifte og varmeproduktion  | 26   |
| 5.4 Kvælstofomsætning   | 30   |
| 5.5 Energiomsætning   | 32   |
| 5.6 Kalcium- og fosforomsætning   | 37   |
| 6. RESULTATER FRA SLAGTEFORSØGENE   | 39   |
| 6.1 Vurdering af kemiske analysemetoder til bestemmelse af kvælstof og råfedt i kyllinger | 39   |
| 6.2 Legemsvægt og kemisk sammensætning af start - og slutkyllinger                        | 40   |
| 6.3 Kemisk sammensætning af tilvæksten  | 41   |
| 7. DISKUSSION   | 44   |
| 8. KONKLUSION   | 51   |
| 9. ENGLISH TEXT   | 52   |
| 10. LITTERATUR  | 64   |

## 1. SAMMENDRAG

I balanceforsøg med voksende kyllinger er det undersøgt, hvorledes 2 temperaturprogrammer påvirkede foderoptagelse, tilvækst og foderforbrug samt fordøjelighed, varmeproduktion, kvælstof-energiomsætning og kalcium-fosforomsætning. Ved slagteforsøg er det undersøgt, hvorledes kyllingernes og tilvækstens sammensætning påvirkedes. Balanceforsøget omfattede 34 hønekyllinger af racen Hvid Plymouth Rock (HPR) i alderen fra 10 til 52 dage samt 16 tilsvarende start-kyllinger i slagteforsøget. Kyllingerne var fordelt lige- ligt i 2 respirationskamre hver med et gulvareal på 1,45 m<sup>2</sup>, og de opholdt sig i disse kamre i hele forsøgsperioden, til de var 52 dage gamle. I det ene kammer (HT) var temperaturen konstant 28°C, medens den i det andet kammer (LT) blev sænket gradvist fra 28 til 12°C i første halvdel af forsøget, hvorefter denne tempera- tur blev fastholdt efter 31 dages alderen. Begge hold blev fodret ad lib. med den på Favrholm til afkomsprøverne anvendte foderblan- ding, der indeholdt 19,6% råprotein og 16,3 MJ bruttoenergi (GE)/ kg. Blandingen var ikke tilsat antibiotika eller coccidiostatica. Der gennemførtes 6 balanceforsøg med hvert hold, og hvert forsøg bestod af en 3-døgns forperiode og en 4-døgns opsamlingsperiode med måling af det respiratoriske stofskifte på andet og tredje døgn. Slagteforsøgene omfattede 2x8 kyllinger svarende til kyllin- gerne ved balanceforsøgets start samt 8 kyllinger fra hvert hold udtaget ved forsøgets afslutning. Den kemiske sammensætning af de 32 kyllinger blev bestemt individuelt og på grundlag heraf blev tilvækstens gennemsnitlige kemiske sammensætning beregnet for de to hold. Den gennemsnitlige levende vægt for HT- og LT-holdet var ved for- søgets afslutning henholdsvis 1500 og 1450 g med en gennemsnitlig foderoptagelse på 75 g/d og 86 g/d svarende til en 15% højere fo- deroptagelse for LT-holdet. Den gennemsnitlige tilvækst var la- vest for LT-holdet med 30,0 g/d mod 31,4 g/d for HT-holdet (5% nedgang), hvorved foderforbruget (kg/kg) steg til 2,87 for LT-hol- det mod 2,39 for HT-holdet, svarende til en stigning på 20%. De gennemsnitlige fordøjelighedskoefficienter og deres middelfejl (SEM) var for tørstof, organisk stof og fedt henholdsvis 75,8 †

0,43%,  $77,9 \pm 0,38\%$  og  $81,7 \pm 0,63\%$  for HT-holdet. LT-holdet viste identiske værdier i periode I, II og III, men med stigende temperaturdifferens imellem holdene aftog fordøjeligheden med omkring 5% i absolutte værdier. Den gennemsnitlige omsættelighed af foderets bruttoenergi var  $78,4 \pm 0,42\%$  for HT-holdet med tilsvarende værdier for LT-holdet i de tre første perioder og derefter et fald på ca. 4% i de følgende perioder. Foderets indhold af omsættelig energi (ME) var i gennemsnit  $12,76 \pm 0,17$  MJ/kg for HT-holdet uafhængig af periode/alder. LT-holdet viste tilsvarende værdier i periode I, II og III, men derefter faldt det til  $12,23 \pm 0,22$  MJ/kg i de tre sidste perioder, og denne værdi var signifikant ( $P < 0,01$ ) forskellig fra 12,76.

LT-holdet havde i samtlige perioder et større  $O_2$ -forbrug og  $CO_2$ -produktion og dermed et større varmetab end HT-holdet. Varmeproduktionen steg fra 334 til 852 kJ/d for HT-holdet, medens den for LT-holdet steg fra 376 til 1148 kJ/d svarende til en gennemsnitlig forskel på 30% mellem de to hold.

LT-holdet optog mere kvælstof end HT-holdet, men kvælstofaflejringen var identisk for de to hold, idet LT-holdet havde en større kvælstofudskillelse i gødning + urin end HT-holdet. Kvælstofaflejringen beskrev en krum kurve såvel i relation til alder og legemsvægt som til metabolisk legemsvægt. En kvadratisk funktion baseret på metabolisk legemsvægt gav følgende ligning:

Aflejret kvælstof (RN); g/d =  $2,72 \text{ LW,kg}^{0,75} - 1,37 \text{ LW,kg}^{1,50}$   
med et maximum på 1,35 g/d ved 990 g legemsvægt svarende til en alder på omkring 39 dage.

LT-holdet optog 15% mere bruttoenergi (GE) end HT-holdet, men energiflejringen (RE) var 15% lavere, idet vametabet var 30% højere for LT-holdet. Energi aflejringen steg fra 283 til 574 kJ/d for HT-holdet og fra 234 til 486 kJ/d for LT-holdet, og den gennemsnitlige forskel på 67 kJ/d var signifikant ( $P < 0,01$ ). Energi aflejringen i forhold til optaget bruttoenergi (RE/GE) var  $35,8 \pm 1,62\%$  for HT-holdet, men kun  $27,2 \pm 2,82\%$  for LT-holdet og forskellen var stærkt signifikant ( $P < 0,001$ ). Energi aflejringen i protein var identisk for de to hold, medens fedtaflejringen var højest for HT-holdet i samtlige perioder med gennemsnitlig 287 kJ/d (7,2 g fedt) mod 226 kJ/d (5,7 g fedt) for LT-holdet. Udnyttelsesgraden,

$k_g = RE/ME_g$ , beregnet på grundlag af et vedligeholdelsesbehov på 420 ME, kJ/kg<sup>0,75</sup> viste, at  $k_g$  for HT-holdet steg fra omkring 65% i de fire første perioder til ca. 75% i de to sidste perioder svarende til den relativt store fedtaflejring. For LT-kyllingerne med den lavere fedtaflejring aftog  $k_g$  fra 56% i periode I til omkring 49% i de følgende perioder.

Kalcium- og fosforaflejringen var identisk for de to hold, stigende fra 0,20 til 0,40 g Ca/d og fra 0,14 til 0,28 g P/d. Udnyttelsesgraden var omkring 45% for begge mineralstoffer. Ca/P-forholdet var 1,41 i foderet og i aflejringerne  $1,47 \pm 0,11$  for HT-holdet og  $1,51 \pm 0,06$  for LT-holdet.

En vurdering af de kemiske analysemetoder anvendt i slagteforsøgene viste, at der opnåedes samme nøjagtighed ved kvælstofbestemmelserne, uanset om de var udført på fugtigt eller på tørret materiale. Råfedtbestemmelser udført efter Stoldt-metoden på fugtigt materiale viste spredninger på 8%, hvilket må anses acceptabelt for det pågældende materiale.

Efter 6 ugers forsøgstid indeholdt kyllingerne på HT-holdet  $37,93 \pm 0,41\%$  tørstof mod  $34,31 \pm 0,33\%$  for LT-holdet, svarende til en stigning på henholdsvis 40% og 27% i forhold til startkyllingernes indhold. Fedtindholdet var  $16,01 \pm 0,42\%$  og  $11,00 \pm 0,34\%$  for henholdsvis HT- og LT-holdet, svarende til en stigning på 78% og 22%. Derimod var kvælstofindholdet højest for LT-holdet med  $3,28 \pm 0,04\%$  mod  $3,09 \pm 0,02\%$  for HT-holdet, hvilket var en stigning på henholdsvis 37% og 29% i forhold til start-kyllingernes indhold.

Tilvækstens sammensætning var hos HT-holdet  $39,91 \pm 0,45\%$  tørstof,  $16,66 \pm 0,47\%$  fedt og  $10,84 \pm 0,18$  GE, MJ/kg, medens de tilsvarende værdier for LT-holdet var  $35,02 \pm 0,36\%$ ,  $11,21 \pm 0,37\%$  og  $9,13 \pm 0,14$  GE, MJ/kg. Kvælstofindholdet var lavest hos HT-holdet med  $3,15 \pm 0,03\%$  mod  $3,39 \pm 0,05\%$  hos LT-holdet. Samtlige differenser imellem de to grupper var stærkt signifikante ( $P < 0,001$ ). En orienterende undersøgelse viste, at op til 25% af den samlede kvælstofaflejring fandtes i fjerene.

## 2. SUMMARY

The influence of two temperature regimes on feed intake, growth, feed conversion ratio, digestibility, heat production, nitrogen-energy metabolism and calcium-phosphorous metabolism was investigated in balance experiments with growing chickens. In slaughter experiments the influence on the chemical composition of the chickens and of the body gain was investigated as well. The balance experiment included 34 female White Plymouth Rock chickens from 10 to 52 days of age. By the conclusion of the experiment 16 chickens were killed and analysed together with 16 chickens corresponding to the initial chickens. During the experimental time the chickens were equally distributed and housed in two respiration chambers with a floor area of 1.45 m<sup>2</sup> each. The temperature was kept constant at 28°C in one chamber (HT) while it was decreased in the other chamber (LT) with half a centigrade daily for two weeks from 28 to 19°C and then with one centigrade daily for a week by which a temperature of 12°C was obtained and kept constant for the remaining 3 weeks of the experiment. Both groups were fed ad lib. with a granulated feed compound containing 19.6% crude protein and 16.3 GE, MJ/kg and with no addition of antibiotica or coccidiostatica. The two groups of chickens were measured in 6 balance experiments each consisting of a 3-days preliminary period followed by a 4-days collection period in which the gas exchange was measured over 24 hours on the second and third day. In the slaughter experiment the chemical composition of the 32 chickens was determined individually.

By conclusion of the balance experiment the mean live weight was highest for the HT-group with 1500g against 1450g for the LT-group. The feed intake was 15% higher for the LT-group with a mean value of 86 g/d against 75 g/d for the HT-group. By a 5% lower live weight gain for the LT-group the feed conversion ratio (kg/kg) was 20% higher for this group with 2.87 against 2.39 for the HT-group.

The mean coefficients of digestibility for dry matter, organic matter and fat were 75,8 ± 0,43 (SEM) %, 77.9 ± 0,38 % and 81.7 ± 0,63 % respectively for the HT-group. Identical values were obtained for the LT-group in period I to III but then they declined with



about 5%-units in the following periods. The mean metabolizability was  $78.4 \pm 0,42$  % for the HT-group with corresponding values for the LT-group in the first periods but then it decreased with about 4%-units in the last periods. Based on the feed intake and its metabolizability for the HT-group the content of ME in the feed compound was calculated to be  $12.76 \pm 0,17$  MJ/kg. Similar values were obtained for the LT-group in period I to III but then it decreased significant ( $P < 0,01$ ) to  $12.23 \pm 0.22$  in period IV to VI.

In all periods the  $O_2$ -consumption,  $CO_2$ -production and heat production (HE,RQ) were higher for the LT-group than for the HT-group. During the experimental time HE(RQ) increased from 334 to 852 kJ/d for the HT-group and from 376 to 1148 kJ/d for the LT-group, corresponding to a mean difference of 30% between the groups.

The intake of nitrogen was higher for the LT-group than for the HT-group, but the nitrogen retention was identical caused by a higher nitrogen excretion in droppings from the LT-group. The nitrogen retention curve was curvilinear in relation to age, liveweight and metabolic live weight. Using a quadratic function based on metabolic live weight the following equation was obtained:

$$\text{Retained nitrogen (RN), g/d} = 2.72 \text{ LW,kg}^{0,75} - 1.37 \text{ LW,kg}^{1,50}$$

giving a maximum of 1.35 g/d at 990 g live weight corresponding to an age of about 39 days.

The intake of energy (GE) was 15% higher for the LT-group than for the HT-group, but the energy retention (RE) was 15% lower caused by the heat production being 30% higher for the LT-group. RE increased from 283 to 574 kJ/d for the HT-group during the periods and from 234 to 486 kJ/d for the LT-group with the mean difference of 67 kJ/d being significant ( $P < 0,01$ ). The energy retention in relation to intake of energy (RE/GE) was  $35.8 \pm 1.62$  % for the HT-group, but only  $27.2 \pm 2.82$  % for the LT-group, the difference was highly significant ( $P < 0,001$ ). Energy retained in protein was identical for the two groups, but energy retained in fat was in all periods highest for the HT-group with a mean value of 287 kJ/d (7.2 g fat) against 226 kJ/d (5.7 g fat) for the LT-group. By calculating with a maintenance requirement ( $ME_m$ ) of  $420 \text{ ME,kJ/kg}^{0,75}$  the efficiency of utilization of  $ME_g$  for growth ( $k_g = RE/ME_g$ ) showed that  $k_g$  for the HT-group increased from 65% in period I to IV to 75%

in period V to VI corresponding to the increment in fat retention. In the LT-group with the lower fat retention the  $k_g$  value decreased from 56% in period I to about 49% in the following periods.

The retention of Ca and P was identical for the two groups with values increasing from 0.20 to 0.40 g Ca/d and from 0.14 to 0.28 g P/d. In relation to intake the utilization was about 45% for both minerals. The ratio of Ca/P was 1.41 in the feed compound and  $1.47 \pm 0.11$  in the gain for the HT-group and  $1.51 \pm 0.06$  for the LT-group.

An evaluation of the chemical methods applied in the slaughter experiments showed that the same accuracy was obtained in the nitrogen determination independent whether the analyses were carried out in wet or freeze dried material. Crude fat determination carried out according to the Stoldt-method in the wet material was preferable to ether extraction in the freeze dried material.

The chickens in the HT-group contained after 6 weeks in the balance experiment  $37.93 \pm 0.41$  % dry matter against  $34.31 \pm 0.33$  % for the LT-group. In relation to the content in the initial chickens the increment was 40% and 27% respectively. The fat content was  $16.01 \pm 0.42$  % and  $11.00 \pm 0.34$  % for the HT and LT-group respectively, corresponding to an increment of 78% and 22%. In contrast the nitrogen content was highest for the LT-group with  $3.28 \pm 0.04$  % against  $3.09 \pm 0.02$  % for the HT-group showing an increment of 37% and 29% in relation to the initial chickens.

The composition of the live weight gain was  $39.91 \pm 0.45$  % dry matter,  $16.66 \pm 0.47$  % fat and  $10.84 \pm 0.18$  GE,MJ/kg for the HT-group while the corresponding values for the LT-group were  $35.02 \pm 0.36$  %,  $11.21 \pm 0.37$  % and  $9.13 \pm 0.14$  GE,MJ/kg. In contrast the nitrogen content was lowest for the HT-group with a value of  $3.15 \pm 0.03$  % against  $3.39 \pm 0.05$  %. All differences being highly significant ( $P < 0.001$ ). A preliminary investigation showed that up to 25% of the total nitrogen retention can be found in the feather.

### 3. INDLEDNING

Temperaturens indflydelse på slagtekyllingers tilvækst har været undersøgt i en række forsøg (Kleiber og Dougherty, 1934, Winchester og Kleiber, 1938, Barrott og Pringle, 1949, Mickelberry et al., 1966 og Husseiny og Creger, 1980).

I forsøgene sammenlignedes forskellige temperaturer, og de højeste gav en nedgang i foderoptagelsen og en reduktion i tilvæksten. Ved de to førstnævnte undersøgelser indgik Hvid Italiener kyllinger i alderen fra 6 til 16 dage, og medens proteinaflejringer ikke fandtes at blive påvirket af temperaturforholdene målte den største aflejring af fedt ved den høje temperatur. Mickelberry et al. (1966) sammenlignede 21 og 29°C og fandt ikke forskel i fedtindhold i kyllingerne fra de to temperaturer. I det nævnte forsøg fandt Husseiny og Creger (1980) højere fedtindhold ved 6 ugers kyllinger opdrættet ved 32°C end ved kyllinger opdrættet ved 22°C.

Ved måling af det energetiske stofskifte (Bønsdorff Petersen, 1965) fandtes aftagende varmeproduktion ved stigende temperatur. Desuden fandtes den største fedtaflejring ved den højeste temperatur.

En række klimaforsøg (Petersen, 1975), har belyst temperaturens indflydelse på kyllingernes foderoptagelse og tilvækst, og der fandtes faldende foderoptagelse og tilvækst med stigende temperaturer.

I de samme forsøg er undersøgt virkningen på kyllingernes slagtekvalitet (Fris Jensen, 1969) og den kemiske sammensætning af såvel hele kyllinger som kyllingekroppe (Fris Jensen, 1971), hvorved der fandtes den største fedtmængde i kyllinger opdrættet ved temperaturerne: 22, 25 og 28°C i forhold til 12°C.

For yderligere at belyse virkningen af temperaturen på slagtekyllingers energiomsætning, kemiske sammensætning og kalcium- fosforomsætning, blev der i respirationsanlæg gennemført sammenligning af temperaturerne 28 og 12°C.

#### 4. MATERIALER OG METODER

##### 4.1 Forsøgsoversigt

Forsøget omfattede 6 balanceforsøg med 2 hold Hvid Plymouth Rock (HPR) kyllinger i alderen fra 10-52 dage. Hvert hold bestod af 17 kyllinger, der i hele forsøgstiden var fritgående i hvert sit respirationskammer. Temperaturen i kammer C (HT) var konstant 28°C, medens den i kammer D (LT) blev sænket gradvist fra 28 til 12°C i løbet af 25 døgn og derefter holdt konstant på 12°C i de følgende 3 uger, som vist i tabel 4.1.

Tabel 4.1      Kyllingernes alder og temperatur i respi-  
rationskammerne C og D samt gennemsnitlig alder  
og temperatur i 6 balanceperioder ved  
høj (HT) eller lav temperatur (LT)

*Age of chickens and temperature in the respi-*  
*ration chambers C and D and mean values of age and*  
*temperature in 6 balance periods at high (HT) or*  
*low (LT) temperature*

| Alder<br>dage | Temperatur i kammer |              | Balancer á 4 døgn |               |          |          |
|---------------|---------------------|--------------|-------------------|---------------|----------|----------|
|               | C (HT)<br>°C        | D (LT)<br>°C | Per.<br>nr.       | Alder<br>dage | HT<br>°C | LT<br>°C |
| 6 - 10        | 28,0                | 28,0 - 26,0  | 0                 | 8             | 28,0     | 27,0     |
| 10 - 17       | 28,0                | 26,0 - 22,5  | I                 | 15            | 28,0     | 23,5     |
| 17 - 24       | 28,0                | 22,5 - 19,0  | II                | 22            | 28,0     | 20,0     |
| 24 - 31       | 28,0                | 19,0 - 12,0  | III               | 29            | 28,0     | 14,0     |
| 31 - 38       | 28,0                | 12,0         | IV                | 36            | 28,0     | 12,0     |
| 38 - 45       | 28,0                | 12,0         | V                 | 43            | 28,0     | 12,0     |
| 45 - 52       | 28,0                | 12,0         | VI                | 50            | 28,0     | 12,0     |

I balanceforsøgene, der hver indeholdt en periode på 4 døgn i opsamling, målttes fordøjelighed, luftstofs-kifte, kvælstof- og energiomsætning samt kalcium- og fosforomsætning. Udover balanceforsøgene blev der gennemført sammenlignende slagteforsøg med bestemmelse

af den kemiske sammensætning såvel i 8 kyllinger fra hvert hold efter sidste balanceperiode som i 2 x 8 kyllinger svarende til kyllingerne ved balanceforsøgets start. På grundlag af disse bestemmelser blev den kemiske sammensætning af tilvæksten beregnet og vurderet i forhold til det gennemførte temperaturprogram.

#### 4.2 Forsøgsdyr og forsøgsfoder

55 daggamle hønekyllinger (HPR) leveret fra Mølbjergs Rugeri, blev fordelt tilfældigt med henholdsvis 27 og 28 dyr i respirationskammer C og D, der hvert har et gulvareal på 1.45 m<sup>2</sup>. Bortset fra at 1 kylling døde i kammer D på 4. døgn, var resten af dyrene sunde og livlige under hele forsøget og viste ingen tendenser til sammenklumpning. Kyllingerne blev fodret med den på Favrholm anvendte foderblanding uden tilsætning af antibiotica eller coccidiostatica.

Foderblandingsens sammensætning er vist i tabel 4.2.

Tabel 4.2                    Foderkomponenter i foderblanding (g/kg)

*Feed components in feed compound (g/kg)*

|                    |                          |     |
|--------------------|--------------------------|-----|
| Majs               | <i>Maize</i>             | 495 |
| Hvede              | <i>Wheat</i>             | 175 |
| Havre              | <i>Oats</i>              | 50  |
| Sojaskrå (toasted) | <i>Soyabean meal</i>     | 255 |
| CaHPO <sub>4</sub> | <i>CaHPO<sub>4</sub></i> | 10  |
| CaCO <sub>3</sub>  | <i>CaCO<sub>3</sub></i>  | 7,5 |
| NaCl               | <i>NaCl</i>              | 2,5 |
| Mineralblanding    | <i>Mineral mixture</i>   | 2,5 |
| Vitaminblanding    | <i>Vitamin mixture</i>   | 2,5 |

-----

Foderblandingen bestod af 72% korn og 25,5% sojaskrå samt 2% makro-mineralstoffer og 0,5% mikromineral- og vitaminblandinger, hvis sammensætning fremgår af tabel 4.3.

Tabel 4,3 Sammensætning af mikromineral-  
og vitaminblandinger (mg/kg)

*Composition of tracer mineral  
and vitamin mixture (mg/kg)*

|                        |                         |      |
|------------------------|-------------------------|------|
| MnO                    | <i>MnO</i>              | 130  |
| CuSO <sub>4</sub>      | <i>CuSO<sub>4</sub></i> | 80   |
| ZnO                    | <i>ZnO</i>              | 50   |
| FeSO <sub>4</sub>      | <i>FeSO<sub>4</sub></i> | 45   |
| CoSO <sub>4</sub>      | <i>CoSO<sub>4</sub></i> | 8    |
| Vitamin A              | <i>Retinol</i>          | 1,2  |
| Vitamin D <sub>3</sub> | <i>Cholecalciferol</i>  | 0,3  |
| Riboflavin             | <i>Riboflavin</i>       | 3,8  |
| Tiamin                 | <i>Thiamin</i>          | 3,5  |
| Pantotensyre           | <i>Pantothenic acid</i> | 9,0  |
| Nikotinsyre            | <i>Nicotinic acid</i>   | 46,0 |

Foderblandingsens kemiske sammensætning, baseret på udtagne gennemsnitsprøver fra hver balanceperiode er vist i tabel 4.4. Det fremgår heraf, at blandingen indeholdt 19,6% råprotein og 3,3% fedt, bestemt efter Stoldt-metoden med saltsyrebehandling inden æterekstraktion. Kalcium-fosforforholdet var 1,4 og blandingen indeholdt 16,3 MJ bruttoenergi pr. kg.

Tabel 4.4 Kemisk sammensætning af foderblandingen (g/kg)

*Chemical composition of feed compound (g/kg)*

|                 |                             |       |
|-----------------|-----------------------------|-------|
| Tørstof         | <i>Dry matter</i>           | 880,3 |
| Organisk stof   | <i>Organic matter</i>       | 830,2 |
| Råprotein       | <i>Crude protein</i>        | 195,6 |
| Råfedt (Stoldt) | <i>Crude fat</i>            | 33,2  |
| Træstof         | <i>Crude fibre</i>          | 34,7  |
| Aske            | <i>Crude ash</i>            | 50,1  |
| NFE             | <i>NFE</i>                  | 566,7 |
| Kalcium         | <i>Calcium</i>              | 8,8   |
| Fosfor          | <i>Phosphor</i>             | 6,3   |
| Bruttoenergi    | <i>Gross Energy (MJ/KG)</i> | 16,3  |

Da kyllingerne var 8 dage gamle, blev de mærket, vejjet og sorteret ned til 17 kyllinger i hver kammer, idet de 5 tungeste og de 5 letteste blev fjernet. Fra disse 2 x 10 frasorterede dyr blev der udtaget 2 x 8 kyllinger til bestemmelse af den kemiske sammensætning af start-kyllingerne fra de to kamre.

#### 4.3 Metodik ved balanceforsøgene

I de første 6 døgn blev temperaturen i begge kamre nedsat gradvist fra 32 - 28°C, hvorefter den i kammer C (HT) blev holdt konstant på 28°C, medens den i kammer D (LT) blev nedsat i henhold til det i tabel 4.1 angivne temperaturprogram. I de første 18 døgn nedsattes temperaturen med  $\frac{1}{2}$  grad daglig indtil 19°C og derefter med 1 grad daglig indtil 12°C, hvor kyllingerne var 31 dage gamle, hvorefter temperaturen blev holdt konstant på 12°C i de følgende 3 uger. Den relative fugtighed varierede i kammer C på HT fra 42-50%, medens den i kammer D på LT varierede fra 33-47%. Luftsiftet var af samme størrelsesorden i de to kamre.

Respirationskamrene, hvis opbygning er beskrevet af Thorbeck (1969), er udstyret med netrammer af 15 x 15 mm trådvæv. I den første levetid var disse rammer dækket af tykt papir, men derefter blev dette fjernet, så gødningen kunne falde ned på opsamlingspladen, hvorfra den 2 gange dagligt blev nedskrabet i en lufttæt tilsluttet gødningsbeholder. Kamrene var forsynet med fodersiloer samt med drikkekar, der kunne forsynes udefra uden at åbne for kamrene.

Der gennemførtes ialt 6 balanceforsøg bestående af en 3 døgn mellemperiode og en 4 døgn opsamlingsperiode til bestemmelse af den totale foderoptagelse og den samlede gødningsudskillelse. I opsamlingsperioden blev det respiratoriske stofskifte målt over 24 timer på andet og tredje døgn. De kemiske analyser, foretaget på gennemsnitsprøver af foder og gødning, fulgte afdelingens sædvanlige metodik som beskrevet af Weidner & Jakobsen (1962). Beregningerne over energiomsætningen er foretaget med anvendelse af vedtagne konstanter, som fremlagt af Brouwer (1965). Målingerne er foretaget på hver gruppe á 17 kyllinger, men af hensyn til sammenligningen med andre målinger er samtlige værdier angivet som gennemsnitsværdier pr. kylling. Dyrenes legemsvægte er dog bestemt individuelt, dels ved forsøgets start og dels ved afslutning

af hver balanceperiode. Holdenes samlede foderoptagelse i mellemperioderne er ligeledes målt, hvorved holdenes tilvækst og foderforbrug er registreret for hele forsøgsperioden.

#### 4.4 Metodik ved slagteforsøgene

Start kyllinger. Blandt de 10 frasorterede kyllinger fra hvert kammer ved balanceforsøgets start blev 8 kyllinger analyseret individuelt for kemisk sammensætning i henhold til nedenstående skema:

#### START - KYLLINGER (Enkeltanalyser)

|                     |   |
|---------------------|---|
|                     | Vejning   |
|                     | Aflives (Kloroform)   |
|                     | Opbevares i dybfryser indtil analysering                      |
|                     | Autoklaveres<br>(2 timer ved 2 atm. + 25 ml H <sub>2</sub> O) |
|                     | Homogeniseres (Kødhakkemaskine)                               |
|                     | Kvantitativ overførelse til vejet skål (H <sub>2</sub> O)     |
|                     | Vejning af "suppen"   |
|                     | Omrøres og fordeles til                                       |
|                     | Frysetørring  |
|                     | Finmaling (Persillekværn)                                     |
| <u>Analyse for:</u> | <u>Analyse for:</u>   |
| Tørstof (DM)        | Tørstof (DM)  |
| Kvælstof (N)        | Kvælstof (N)  |
|                     | Fedt (FAT (EE + Stoldt) x)                                    |
|                     | Aske (ASH) x)   |
|                     | Kalcium (Ca)  |
|                     | Fosfor (P)  |
|                     | Kulstof (C)   |
|                     | Bruttoenergi (GE)   |

x) Disse analyser er foretaget i samleprøver fra 1 stor + 1 lille kylling, da der ikke var tilstrækkelig stofmængde til individuelle analyser. Fedtbestemmelserne i det frysetørrede materiale er fore-

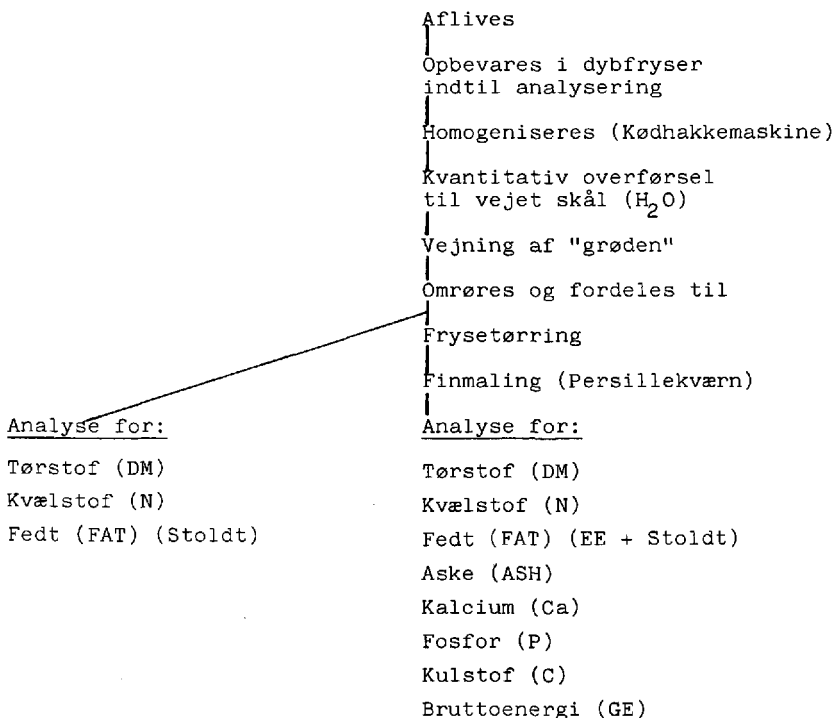


taget med en forudgående æterekstraktion efterfulgt af en Stoldt-analyse med HCL-behandling + æterekstraktion.

De opnåede resultater er dels benyttet til en vurdering af den anvendte teknik med hensyn til kvælstofbestemmelser i oprindeligt materiale ("Suppen") eller i frysetørret materiale og dels til en vurdering af den individuelle variation i start-kyllingernes kemiske sammensætning.

Slut-kyllinger. Umiddelbart efter afslutning af sidste balanceperiode blev kyllingerne vejjet, og der blev fra hvert kammer udtaget 8 kyllinger med den størst mulige spredning på legemsvægten til individuel bestemmelse af deres kemiske sammensætning i henhold til nedenstående skema:

SLUT-KYLLINGER (Enkeltanalyser)



De opnåede resultater er dels benyttet til vurdering af de anvendte fremgangsmåder med hensyn til kvælstof- og fedtbestemmelser, dels til vurdering af den individuelle variation i slut-kyllingernes kemiske sammensætning og dels til en vurdering af tilvækstens kemiske sammensætning baseret på grundlag af start- og slut-kyllingernes kemiske sammensætning.

Udover de nævnte analyser af hele kyllinger er der foretaget en orienterende undersøgelse over slut-kyllingernes totale fjermængde og dennes indhold af kvælstof. Ved forsøgets afslutning blev den tungeste og letteste kylling fra hvert hold aflivet, tørplukket og fjermængden vejlet, hvorefter den blev formalet til bestemmelse af kvælstofindholdet.

5. RESULTATER FRA BALANCEFORSØGENE

5.1 Foderoptagelse, tilvækst og foderforbrug

På grundlag af vejetalene for den totale foderoptagelse og tilvækst for de to hold på henholdsvis høj (HT) og lav (LT) temperatur, målt over de 6 perioder fra kyllingerne var 8-52 dage gamle, er foderforbruget (kg foder/kg tilvækst) beregnet for de enkelte perioder, som vist i tabel 5.1.

Tabel 5.1 Holdenes foderoptagelse, tilvækst og foderforbrug ved høj (HT) eller lav (LT) temperatur. 17 kyllinger i hvert hold

*Total feed intake, live weight gain and feed conversion ratio at high (HT) or low (LT) temperature. 17 chickens in each group*

| Alder<br>dage | <u>Foderoptagelse</u> |               | <u>Tilvækst</u> |               | <u>Foderforbrug</u> |             |
|---------------|-----------------------|---------------|-----------------|---------------|---------------------|-------------|
|               | kg/hold               | kg/hold       | kg/hold         | kg/hold       | kg/kg               | kg/kg       |
|               | HT                    | LT            | HT              | LT            | HT                  | LT          |
| 8 - 17        | 5,265                 | 5,947         | 2,712           | 3,140         | 1,94                | 1,89        |
| 17 - 24       | 6,935                 | 7,451         | 3,558           | 3,334         | 1,95                | 2,23        |
| 24 - 31       | 9,080                 | 9,728         | 4,069           | 3,456         | 2,23                | 2,81        |
| 31 - 38       | 10,405                | 12,420        | 3,542           | 4,036         | 2,94                | 3,08        |
| 38 - 45       | 12,077                | 13,821        | 5,148           | 3,907         | 2,35                | 3,54        |
| 45 - 52       | 12,218                | 15,046        | 4,429           | 4,563         | 2,76                | 3,30        |
| <b>Totalt</b> | <b>55,980</b>         | <b>64,413</b> | <b>23,458</b>   | <b>22,436</b> | <b>2,39</b>         | <b>2,87</b> |

I første periode, hvor temperaturforskellen mellem de to hold kun var 4,5°C (tabel 4.1) var foderoptagelsen af samme størrelsesorden for de to hold, men med stigende temperaturforskelle optog LT-kyllingerne til slut 23% mere foder end HT-kyllingerne. I gennemsnit for hele perioden optog LT-kyllingerne 15% mere foder og havde ca. 5% lavere tilvækst end HT-kyllingerne. Herved steg foderforbruget til 2,87 kg/kg for LT-holdet mod 2,39 kg/kg for HT-holdet, svarende til en stigning på 20%.

Kyllingerne er vejlet individuelt ved en alder af 8 dage før balanceforsøgets start og derefter individuelt ved afslutning af hver af de 6 balanceperioder. De gennemsnitlige legemsvægte for de to hold på henholdsvis høj og lav temperatur samt de individuelle variationer, angivet ved variationskoefficienter (CV%), er vist i tabel 5.2.

Tabel 5.2 Kyllingernes gennemsnitlige legemsvægte ved høj (HT) eller lav (LT) temperatur.  
Middeltal af 17 kyllinger i hvert hold

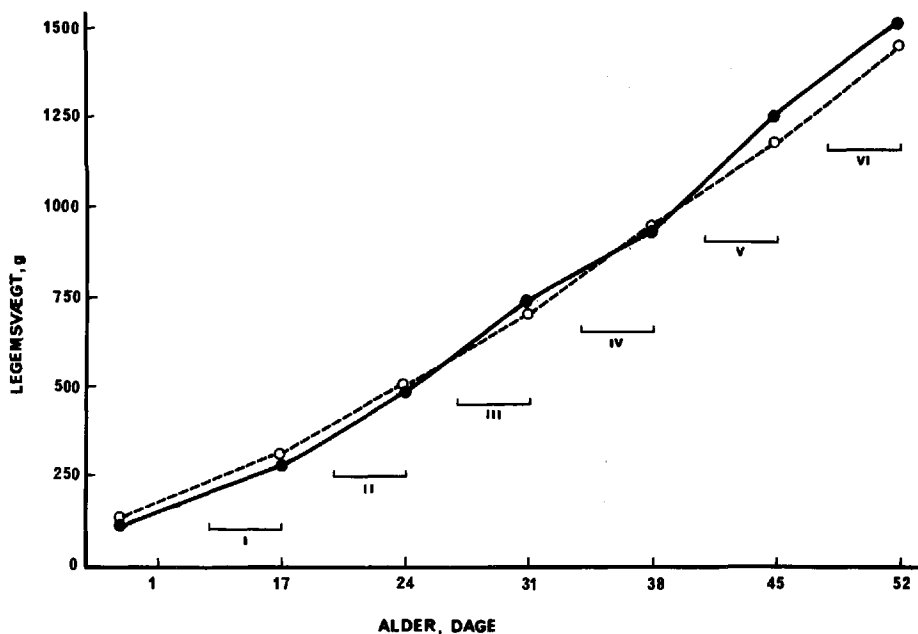
*Mean live weight of chickens at high (HT) or low (LT) temperature. Mean of 17 chickens in each group*

| Alder<br>dage | <u>Legemsvægt (HT)</u> |     | <u>Legemsvægt (LT)</u> |     |
|---------------|------------------------|-----|------------------------|-----|
|               | g                      | CV% | g                      | CV% |
| 8             | 128                    | 6,2 | 129                    | 4,4 |
| 17            | 287                    | 6,4 | 314                    | 5,6 |
| 24            | 496                    | 6,9 | 510                    | 6,1 |
| 31            | 736                    | 7,4 | 713                    | 6,5 |
| 38            | 944                    | 7,7 | 951                    | 7,2 |
| 45            | 1247                   | 6,6 | 1180                   | 6,9 |
| 52            | 1507                   | 6,0 | 1449                   | 7,5 |

Holdenes gennemsnitlige legemsvægte samt balanceperiodernes placering igennem forsøget er vist grafisk i figur 5.1. Det fremgår heraf, at legemsvægtene for de to hold stort set var identiske i de første 4 perioder, men derefter var den gennemsnitlige legemsvægt for LT-holdet (12°C) 5% lavere end for HT-holdet (28°C).

For hver af de 6 balanceperioder, omfattende 4 døgn i opsamling, er den gennemsnitlige legemsvægt pr. kylling beregnet på grundlag af de ugentlige vejninger og angivet som middelvægten i opsamlingsperioden. Den fortærede fodermængde er bestemt i hver periode for de to hold, og på grundlag heraf er den gennemsnitlige fortærede fodermængde og optagne bruttoenergi beregnet pr. kylling og angivet som middelværdier i opsamlingsperioden, som vist i tabel 5.3. I hver periode er den omsættelige energi (ME) beregnet som diffe-

rens mellem optaget bruttoenergi (GE) og energi udskilt i gødning + urin (DRE). De fundne værdier, beregnet pr. kylling, er ligeledes angivet i tabel 5.3, dels i absolutte værdier og dels i relation til den metaboliske legemsvægt ( $\text{kg}^{0,75}$ ).



Figur 5.1 Kyllingernes gennemsnitlige legemsvægte i  
balanceperiode I - VI ved høj (●) eller  
lav (○) temperatur

*Mean live weight of chickens in balance  
periods 1 - VI at high (●) or low (○) temperature*

Foderoptagelsen for kyllingerne på HT-holdet steg fra 47 - 103 g/kylling igennem de 6 balanceperioder, medens den for kyllingerne på LT-holdet steg fra 46 - 126 g/kylling. Som det fremgår af figur 5.2 steg foderoptagelsen kraftigt for LT-kyllingerne fra periode IV, hvor temperaturforskellen var 16 grader.

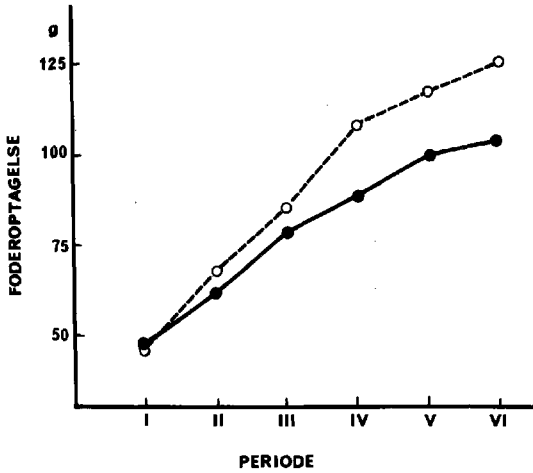
Tabel 5.3

Legemsvægt, foderoptagelse, bruttoenergi (GE) og omsættelig energi (ME) på høj (HT) eller lav (LT) temperatur. Middelværdier pr. kylling for balanceperiode I - VI

*Live weight, intake of feed, gross energy (GE) and metabolizable energy (ME) at high (HT) or low (LT) temperature.*

*Mean values per chicken in balance periods 1-VI*

| Periode<br>nr. | <u>Legemsvægt</u> |      | <u>Foderoptagelse</u> |       | <u>Bruttoenergi (GE)</u> |      | <u>Omsættelig energi (ME)</u> |      |                       |                       |
|----------------|-------------------|------|-----------------------|-------|--------------------------|------|-------------------------------|------|-----------------------|-----------------------|
|                | HT                | LT   | HT                    | LT    | HT                       | LT   | HT                            | LT   | HT                    | LT                    |
|                | g                 | g    | g                     | g     | kJ                       | kJ   | kJ                            | kJ   | kJ/kg <sup>0,75</sup> | kJ/kg <sup>0,75</sup> |
| I              | 252               | 273  | 46,5                  | 46,3  | 757                      | 753  | 585                           | 579  | 1645                  | 1533                  |
| II             | 436               | 454  | 61,9                  | 67,6  | 1006                     | 1100 | 802                           | 853  | 1495                  | 1542                  |
| III            | 668               | 655  | 79,4                  | 85,1  | 1291                     | 1383 | 1020                          | 1090 | 1380                  | 1497                  |
| IV             | 885               | 883  | 88,8                  | 109,3 | 1443                     | 1777 | 1124                          | 1363 | 1232                  | 1496                  |
| V              | 1161              | 1115 | 99,9                  | 117,5 | 1625                     | 1911 | 1259                          | 1425 | 1126                  | 1313                  |
| VI             | 1433              | 1372 | 102,5                 | 125,5 | 1666                     | 2040 | 1317                          | 1514 | 1006                  | 1194                  |



Figur 5.2 Foderoptagelse (g/kylling) ved høj (●) eller lav (○) temperatur. Middelværdier for periode I-VI

*Feed intake (g/chicken) at high (●) or low (○) temperature. Mean values in periods 1-VI*

Den omsættelige energi (ME) er angivet dels pr. dag og dels i relation til metabolisk legemsvægt ( $\text{kg}^{0,75}$ ). Begge hold startede omkring 580 kJ/d, hvorefter HT-kyllingerne steg til 1300 kJ/d, medens LT-kyllingerne steg til omkring 1500 kJ/d. I relation til den metaboliske legemsvægt aftog ME i løbet af forsøgstiden fra 1650 til 1000 og fra 1550 til 1200 kJ/kg<sup>0,75</sup> for henholdsvis HT- og LT-kyllingerne.

### 5.2 Fordøjelighed og omsættelighed

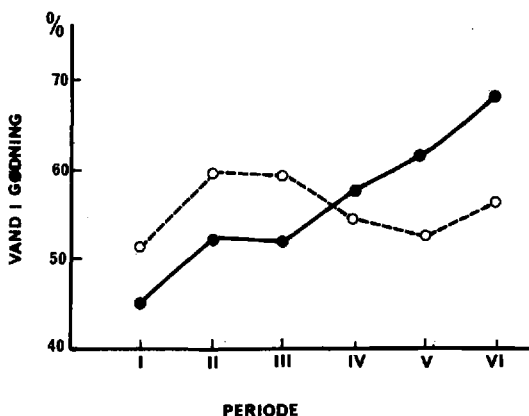
Fra balanceforsøgene hvor gødningsmængden er bestemt for hver periode, er der for hvert hold en tydelig sammenhæng mellem optaget foder og udskilt gødningsmængde, som vist i tabel 5.4. Den kemiske analyse af gødningen viste imidlertid, at vandindholdet i gødningen fra HT-kyllingerne steg jævnt fra 45 til 69%, medens det fra LT-kyllingerne steg fra 52 til 60% i periode I-III, og derefter faldt det og var relativt konstant omkring 55% i periode IV-VI, som vist grafisk i figur 5.3.

Tabel 5.4 Foderoptagelse, gødningsmængde og vand i gødning ved høj (HT) eller lav (LT) temperatur

*Feed intake, amount of droppings and water in droppings at high (HT) or low (LT) temperature*

| Periode<br>nr. | Foder<br>g/dyr/d |       | Gødning<br>g/dyr/d |      | Vand i gødning |      |      |      |
|----------------|------------------|-------|--------------------|------|----------------|------|------|------|
|                | HT               | LT    | HT                 | LT   | g/dyr/d        |      | %    | %    |
|                |                  |       |                    |      | HT             | LT   | HT   | LT   |
| I              | 46,5             | 46,3  | 19,2               | 21,9 | 8,7            | 11,3 | 45,3 | 51,6 |
| II             | 61,9             | 67,6  | 26,2               | 37,1 | 13,8           | 22,2 | 52,7 | 59,8 |
| III            | 79,4             | 85,1  | 34,6               | 44,9 | 18,1           | 26,8 | 52,3 | 59,7 |
| IV             | 88,8             | 109,3 | 45,5               | 56,9 | 26,4           | 31,3 | 58,0 | 55,0 |
| V              | 99,9             | 117,5 | 59,6               | 64,4 | 37,3           | 34,1 | 62,6 | 53,0 |
| VI             | 102,5            | 125,5 | 68,1               | 76,2 | 46,8           | 43,6 | 68,7 | 57,2 |

Fordøjelighedskoefficienterne for tørstof (DDM), organisk stof (DOM) og fedt (DFAT) samt bruttoenergiens omsættelighed (ME/GE) er bestemt i samtlige balanceperioder for de to hold, og værdierne er angivet i tabel 5.5.



Figur 5.3 Vandindhold i gødning ved høj (●) eller lav (○) temperatur. Middelværdier for periode I-VI

*Water content in droppings at high (●) or low (○) temperature. Mean values in periods 1-VI*



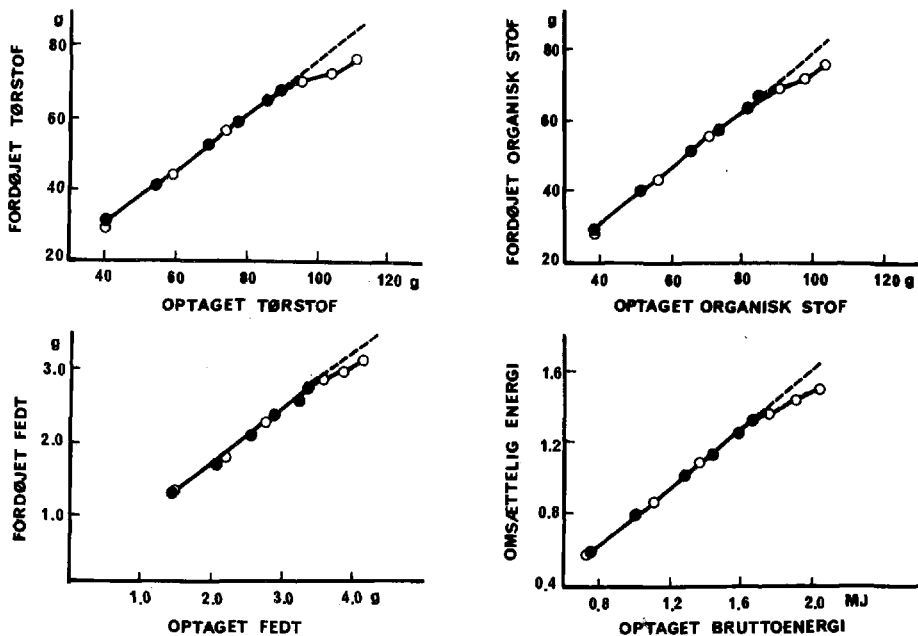
Tabel 5.5 Fordøjet tørstof (DDM), organisk tørstof (DOM) og fedt (DFAT) samt omsættelighed af bruttoenergi (ME/GE) ved høj (HT) eller lav (LT) temperatur (Procent)

*Digested dry matter (DDM), organic matter (DOM) and fat (DFAT) and metabolizability of gross energi (ME/GE) at high (HT) or low (LT) temperature (Percentage)*

| Periode | DDM  |      | DOM  |      | DFAT |      | ME/GE |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
|         | HT   | LT   | HT   | LT   | HT   | LT   | HT    | LT   |
| I       | 74,4 | 73,9 | 76,5 | 75,9 | 83,0 | 82,7 | 77,3  | 76,9 |
| II      | 77,2 | 75,0 | 78,9 | 77,2 | 83,8 | 81,7 | 79,7  | 77,5 |
| III     | 76,3 | 75,8 | 78,4 | 77,9 | 81,5 | 81,4 | 79,0  | 78,8 |
| IV      | 75,5 | 73,4 | 77,5 | 75,7 | 81,3 | 81,2 | 77,9  | 76,7 |
| V       | 74,7 | 70,7 | 77,3 | 73,0 | 79,3 | 77,4 | 77,5  | 74,6 |
| VI      | 76,4 | 70,4 | 78,6 | 73,0 | 81,2 | 76,0 | 79,2  | 74,2 |
| Gnst.   | 75,8 | 73,2 | 77,9 | 75,5 | 81,7 | 80,1 | 78,5  | 76,6 |
| CV%     | 1,4  | 3,0  | 1,2  | 2,7  | 1,9  | 3,4  | 1,3   | 2,5  |

En bestemmelse af fæces-N og urin-N i henhold til Weidner & Jakobsen (1962) for at få bestemt FK for kvælstof viste gennemsnitsværdier på 87,1% og 88,2% med CV på 3,2 og 1,8% for henholdsvis HT-holdet og LT-holdet. De beregnede CV-værdier viste, at analysemetoden er reproducerbar. De fundne niveauer må antagelig anses for at være for høje, idet der er tale om tilsyneladende fordøjelighed.

De beregnede gennemsnitlige fordøjelighedskoefficienter samt omsætteligheden af bruttoenergi er for HT-holdet bestemt med en nøjagtighed udtrykt ved variationskoefficienten (CV%) på under 2%. For LT-holdet er variationen større med CV-værdier mellem 2,5 og 3,4%, hvilket skyldes et fald i fordøjelighedskoefficienterne fra periode IV. Den grafiske vurdering, der er foretaget i figur 5.4 viser tydeligt, at kyllingerne på de to hold har samme fordøjelighedskoefficienter i de tre første balanceperioder, og derefter aftager de for LT-kyllingerne.



Figur 5.4 Fordøjet tørstof, organisk stof og fedt i forhold til optagne mængder og omsættelig energi i forhold til bruttoenergi ved høj (●) eller lav (○) temperatur

*Digested dry matter, organic matter and fat in relation to intake and metabolizable energy in relation to gross energy at high (●) or low (○) temperature*

På grundlag af den omsættelige energi ( $ME = GE - DRE$ ) og den optagne fodermængde bestemt for hver periode for de to hold (jvf. tabel 5.3) er foderets indhold af omsættelig energi beregnet. Disse beregninger viste for HT-holdet en middelværdi for ME på  $12,76 \pm 0,17$  MJ/kg foder uafhængig af periode/alder. For LT-holdet var ME-indholdet identisk i de tre første perioder med  $12,70 \pm 0,14$  MJ/kg, men derefter faldt det til gennemsnitlig  $12,23 \pm 0,22$  MJ/kg i de tre sidste perioder, og denne forskel var signifikant ( $P < 0,01$ ).

### 5.3 Luftstofskifte og varmeproduktion

Som omtalt blev det respiratoriske stofskifte målt i 2 x 24 timers respirationsforsøg på 2. og 3. døgn i opsamlingsperioderne. Middelværdierne, angivet pr. kylling, for kulsyreproduktionen ( $CO_2$ ) og

iltoptagelsen ( $O_2$ ) samt den herfra beregnede varmeproduktion (HE, RQ) er angivet i tabel 5.6. De målte værdier er stærkt afhængige af dyrenes metaboliske legemsvægte ( $kg^{0,75}$ ) samt deres energioptagelse (GE), hvorfor disse middelværdier ligeledes er angivet i tabellen.

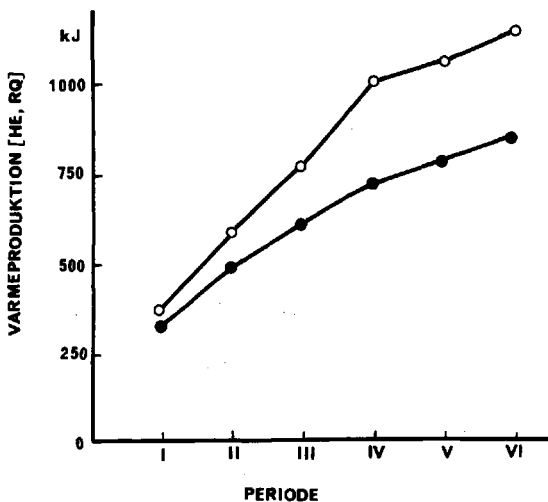
Tabel 5.6 Kulsyreproduktion ( $CO_2$ ), iltoptagelse ( $O_2$ ) og varmeproduktion (HE,RQ) samt metabolisk legemsvægt ( $LW, kg^{0,75}$ ) og energioptagelse (GE) ved høj (HT) eller lav (LT) temperatur

*Carbondioxide production ( $CO_2$ ), oxygen consumption ( $O_2$ ) and heat production (HE,RQ) together with metabolic live weight ( $LW, kg^{0,75}$ ) and intake of energy (GE) at high or low temperature.*

| Per. nr. | $CO_2$ |      | $O_2$ |      | HE(RQ) |      | LW          |             | GE   |      |
|----------|--------|------|-------|------|--------|------|-------------|-------------|------|------|
|          | HT     | LT   | HT    | LT   | HT     | LT   | HT          | LT          | HT   | LT   |
|          | 1      | 1    | 1     | 1    | kJ     | kJ   | $kg^{0,75}$ | $kg^{0,75}$ | kJ   | kJ   |
| I        | 15,5   | 16,9 | 16,0  | 18,2 | 334    | 376  | 0,356       | 0,378       | 757  | 753  |
| II       | 22,4   | 26,7 | 23,4  | 28,4 | 488    | 589  | 0,537       | 0,553       | 1006 | 1100 |
| III      | 27,8   | 34,1 | 29,9  | 38,3 | 618    | 783  | 0,739       | 0,728       | 1291 | 1383 |
| IV       | 32,9   | 43,8 | 35,1  | 49,6 | 725    | 1013 | 0,912       | 0,911       | 1443 | 1777 |
| V        | 34,9   | 46,5 | 38,4  | 52,5 | 788    | 1071 | 1,118       | 1,085       | 1625 | 1911 |
| VI       | 38,2   | 50,4 | 41,3  | 56,5 | 852    | 1148 | 1,310       | 1,268       | 1666 | 2040 |

$CO_2$ -produktionen og  $O_2$ -forbruget var højest for LT-kyllingerne i samtlige perioder, RQ-værdierne ( $CO_2/O_2$ ) var gennemgående lavest for LT-holdet med værdier fra 0,88-0,94 mod 0,91-0,97 for HT-holdet.

På grund af det højere luftstofsifte ( $CO_2$  og  $O_2$ ) steg varmeproduktionen (HE,RQ) for LT-kyllingerne fra 13 til 40% i forhold til HT-kyllingerne med en gennemsnitlig stigning på 30%, medens optagelsen af bruttoenergi (GE) kun steg med 15%. Varmeproduktionens forløb igennem forsøgsperioderne er vist grafisk i figur 5.5.



Figur 5.5

Varmeproduktion (HE,RQ) ved høj (●)  
eller lav (○) temperatur

Middelværdier for periode I-VI

*Heat production (HE,RQ) at high (●)*

*or low (○) temperature*

*Mean values in periods I-VI*

I relation til den metaboliske legemsvægt aftog varmeproduktionen fra omkring 940 til 650 kJ/kg<sup>0,75</sup> for HT-kyllingerne fra periode I-VI, medens den steg fra 1000 til 1100 kJ/kg<sup>0,75</sup> for LT-kyllingerne fra periode I-IV, hvorefter den aftog til 900 kJ/kg<sup>0,75</sup> i periode VI.

På grundlag af de målte værdier er der foretaget regressionsberegninger baseret på metabolisk legemsvægt og optaget energi til estimering af varmeproduktionen hos kyllinger på høj og lav temperatur. Beregninger, foretaget efter flg. model:

$$HE(RQ)kJ = I + LW,kg^{0,75} + GE,kJ$$

viste, at intercepten ikke var signifikant, hvorefter beregninger uden intercept gav nedenstående resultater:

HT-kyllinger: HE(RQ) kJ = 143,8 LW,kg<sup>0,75</sup> + 0,397 GE,kJ

|       |         |  |            |
|-------|---------|--|------------|
| $s_b$ | 55,7    |  | 0,0371     |
| $t$   | 2,58 NS |  | 10,7 (***) |

RSD = 17,4 CV = 2,74%  $R^2 = 0,994$  n = 6

LT-kyllinger: HE(RQ), kJ = 80,4 LW,kg<sup>0,75</sup> + 0,515 GE,kJ

|       |         |  |           |
|-------|---------|--|-----------|
| $s_b$ | 156,4   |  | 0,0875    |
| $t$   | 0,51 NS |  | 5,88 (**) |

RSD = 27,5 CV = 3,31%  $R^2 = 0,999$  n = 6

NS, P>0,05, \*\*) P<0,01, (\*\*\*) P<0,001

#### 5.4 Kvælstofomsætning

I hver balanceperiode er optaget kvælstof (IN) og udskilt kvælstof i gødning + urin (DRN) bestemt for de to hold, og på grundlag heraf er den aflejrede kvælstofmængde (RN) beregnet som differens mellem IN og DRN. Kvælstofudnyttelsen er beregnet som RN/IN og de målte og beregnede værdier er vist i tabel 5.7 angivet som middelværdier pr. kylling.

Tabel 5.7      Optaget kvælstof (IN), udskilt kvælstof i gødning + urin (DRN), aflejret kvælstof (RN) og kvælstofudnyttelse (RN/IN) ved høj (HT) eller lav (LT) temperatur.

Middelværdier pr. kylling

*Intake of nitrogen (IN), nitrogen in droppings (DRN), retained nitrogen (RN) and nitrogen utilization (RN/IN) at high (HT) or low (LT) temperature.*

*Mean values per chicken*

| Per. nr. | IN   |      | DRN  |      | RN   |      | RN/IN |      |
|----------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
|          | HT   | LT   | HT   | LT   | HT   | LT   | HT    | LT   |
|          | g    | g    | g    | g    | g    | g    | %     | %    |
| I        | 1,46 | 1,45 | 0,61 | 0,63 | 0,85 | 0,82 | 58,2  | 56,6 |
| II       | 1,94 | 2,12 | 0,86 | 1,06 | 1,08 | 1,06 | 55,7  | 50,0 |
| III      | 2,49 | 2,66 | 1,18 | 1,51 | 1,31 | 1,15 | 52,6  | 43,2 |
| IV       | 2,79 | 3,42 | 1,58 | 1,89 | 1,21 | 1,53 | 43,4  | 44,7 |
| V        | 3,13 | 3,68 | 1,74 | 2,52 | 1,39 | 1,16 | 44,4  | 31,5 |
| VI       | 3,21 | 3,93 | 1,97 | 2,83 | 1,24 | 1,10 | 38,6  | 28,0 |

Kyllingerne på LT-holdet optog i samtlige perioder mere kvælstof end HT-holdet, svarende til den større foderoptagelse for LT-holdet. Forskellen var stigende fra 0,01 til 0,72 g N med en gennemsnitlig stigning på 0.23 g svarende til 1,4 g protein daglig. Den større kvælstofoptagelse for LT-holdet medførte ingen signifikant stigning i kvælstofaflejringen, idet kvælstoftabet i gødning + urin var størst for dette hold. Kvælstofudnyttelsen (RN/IN) var for begge

hold aftagende fra 58 til 39% for HT-holdet og fra 57 til 28% for LT-holdet.

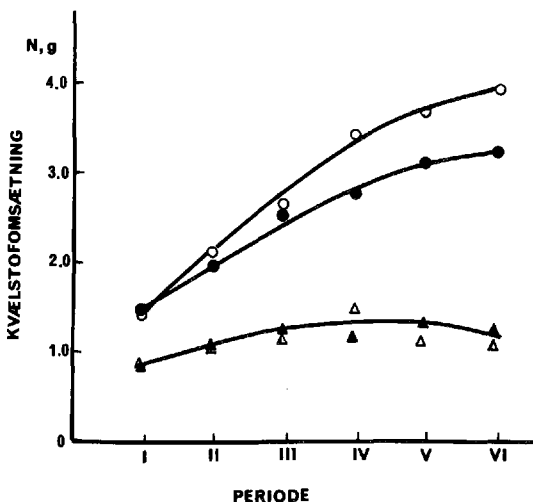
Kvælstofaflejringen var ens for de to hold og beskrev en krum kurve i relation til alderen, som vist i figur 5.6, og en nærmere grafisk inspektion viste, at kurven også var krum i relation til legemsvægt eller metabolisk legemsvægt ( $\text{kg}^{0,75}$ ). Med anvendelse af en kvadratisk funktion:  $y = x - x^2$  baseret på metabolisk legemsvægt opnåedes flg. ligning:

$$\text{Aflejret kvælstof (RN), g/d} = 2,72 \text{ LW, kg}^{0,75} - 1,37 \text{ LW/kg}^{1,50}$$

$$s_b \quad 0,16 \quad 0,15$$

$$\text{RSD} = 0,085 \quad \text{CV} = 7,2\% \quad n = 12$$

Den fundne ligning gav et maximum på 1,35 g N/d ved 990 g legemsvægt svarende til en alder på omkring 39 dage.



Figur 5.6

Optaget kvælstof (IN) ved høj (●) eller lav (○) temperatur og aflejret kvælstof (RN) ved høj (▲) eller lav (△) temperatur  
Middelværdier for periode I-VI

*Intake of nitrogen (IN) at high (○) or low (○) temperature and retained nitrogen (RN) at high (▲) or low (△) temperature  
 Mean values in periods 1-VI*

### 5.5 Energiomsætning

I hver balanceperiode er optaget bruttoenergi (GE) og energitab i gødning + urin (DRE) bestemt for de to hold. På grundlag heraf er den omsættelige energi (ME) beregnet som differens mellem GE og DRE. Den aflejrede energimængde (RE,CN) er beregnet på grundlag af de målte kulstof (C)- og kvælstof (N)- balancer, og det samlede varmetab (HE,CN) er beregnet som differens mellem ME og RE(CN). En mere detaljeret beskrivelse af terminologien og de anvendte beregningsmetoder er givet af Thorbek et al (1984). De således målte og beregnede værdier er vist i tabel 5.8, angivet som middelværdier pr. kylling.

Tabel 5.8                      Optaget bruttoenergi (GE),  
omsættelig energi (ME), varmeproduktion (HE,CN)  
og aflejret energi (RE,CN) ved høj (HT) eller lav  
(LT) temperatur.  
Middelværdier pr. kylling

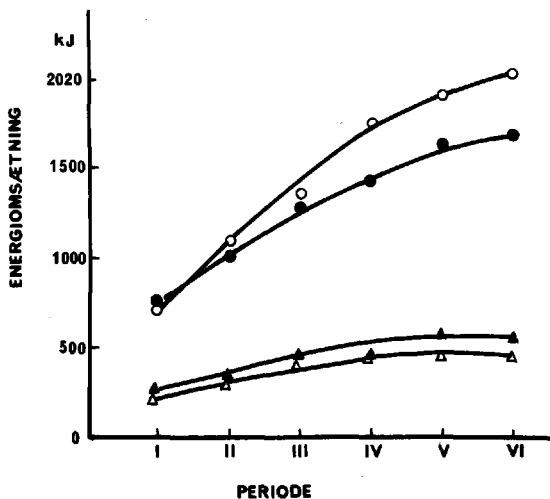
*Intake of gross energy (GE), metabolizable energy (ME),  
heat production (HE,CN) and retained energy (RE,CN) at  
high (HT) or low (LT) temperature  
Mean values per chicken*

| Per.<br>nr. | GE   |      | ME   |      | HE(CN) |      | RE(CN) |     |       |
|-------------|------|------|------|------|--------|------|--------|-----|-------|
|             | HT   | LT   | HT   | LT   | HT     | LT   | HT     | LT  | HT-LT |
|             | kJ   | kJ   | kJ   | kJ   | kJ     | kJ   | kJ     | kJ  | kJ    |
| I           | 757  | 753  | 585  | 579  | 302    | 345  | 283    | 234 | 49    |
| II          | 1006 | 1100 | 802  | 853  | 438    | 543  | 364    | 310 | 54    |
| III         | 1291 | 1383 | 1020 | 1090 | 537    | 686  | 483    | 404 | 79    |
| IV          | 1443 | 1777 | 1124 | 1363 | 641    | 894  | 483    | 469 | 14    |
| V           | 1625 | 1911 | 1259 | 1425 | 670    | 956  | 588    | 469 | 119   |
| VI          | 1666 | 2040 | 1317 | 1514 | 744    | 1029 | 574    | 486 | 88    |

Svarende til den større foderoptagelse var optaget bruttoenergi gennemsnitlig 15% højere for kyllingerne på LT-holdet end for HT-holdet, medens den omsættelige energi kun var 12% højere på grund af den lavere omsættelighed ved 12°C. Det samlede varmetab var gen-



nemsnitligt 30% højere for LT-holdet, medens energiaflejringen var 15% lavere for dette hold. Forskellen i energiaflejringen (RE) imellem de to hold var i gennemsnit 67 kJ/d og denne forskel var signifikant. Den optagne mængde bruttoenergi (GE) samt den aflejrede energimængde (RE) i forhold til alderen er vist grafisk i figur 5.7.



Figur 5.7 Optaget bruttoenergi (GE) ved høj (●) eller  
lav (○) temperatur og aflejret energi (RE,CN) ved  
høj (▲) eller lav (△) temperatur  
Middelværdier for periode I-VI

*Intake of gross energy (GE) at high (●) or low (○) temperature  
and retained energy (RE,CN) at high (▲) or low (△) temperature  
Mean values in periods 1-VI*

På grundlag af de målte kvælstof- og kulstofbalancer er det muligt at beregne de aflejrede protein- og fedtmængder, udtrykt såvel i vægt- som i energienheder, som vist i tabel 5.9. (1 g aflejret protein ~ 23,9 kJ og 1 g fedt ~ 39,8 kJ). Beregningerne viste, at proteinaflejringen var ret identisk for de to hold, dog med en vis tendens til den højeste aflejring for HT-holdet, men forskellen var ikke signifikant ( $P > 0,05$ ). Fedtaflejringen var derimod i alle perioder højest for HT-holdet, med en gennemsnitlig forskel på 22%, der var stærkt signifikant ( $P < 0,001$ ).

Tabel 5.9 Aflejret protein (PROT) og fedt (FAT)  
samt energi aflejret i protein (RPE) og fedt (RFE) ved  
høj (HT) eller lav (LT) temperatur  
Middelværdier pr. kylling

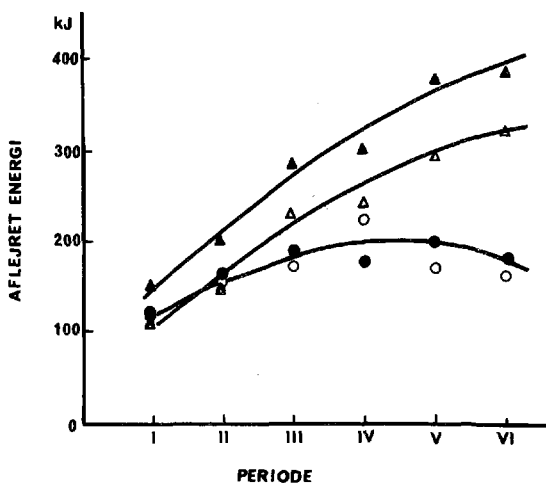
*Retained protein (PROT) and fat (FAT) and energy  
retained in protein (RPE) and fat (RFE) at  
high (HT) or low (LT) temperature.  
Mean values per chicken*

| Per.<br>nr. | PROT    |         | FAT     |         | RPE      |          | RFE      |          |
|-------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
|             | HT<br>g | LT<br>g | HT<br>g | LT<br>g | HT<br>kJ | LT<br>kJ | HT<br>kJ | LT<br>kJ |
| I           | 5,3     | 5,1     | 3,9     | 2,8     | 127      | 122      | 157      | 112      |
| II          | 6,8     | 6,6     | 5,1     | 3,8     | 162      | 158      | 202      | 151      |
| III         | 8,2     | 7,2     | 7,2     | 5,8     | 195      | 173      | 288      | 231      |
| IV          | 7,5     | 9,6     | 7,7     | 6,0     | 179      | 229      | 304      | 241      |
| V           | 8,7     | 7,2     | 9,6     | 7,5     | 206      | 172      | 382      | 297      |
| VI          | 7,7     | 6,9     | 9,8     | 8,1     | 184      | 164      | 389      | 322      |

De aflejlrede energimængder i protein og fedt i forhold til alderen er vist grafisk i figur 5.8.

Bruttoenergiens (GE) fordeling på omsættelig energi (ME), varmetab (HE) og aflejret energi (RE), beregnet for de to hold, er vist i tabel 5.10 tillige med forholdet mellem energi aflejret i fedt og protein (RFE/RPE).

Omsætteligheden (ME/GE) for HT-holdet var ret konstant med en middelværdi på  $78,4 \pm 0,96\%$ , for LT-holdet fandtes tilsvarende værdier i de første perioder, men derefter faldt omsætteligheden til omkring 74% i de sidste perioder ved 12°C.



Figur 5.8 Aflejret energi i protein (RPE) ved høj (●) eller lav (○) temperatur og aflejret energi i fedt (RFE) ved høj (▲) eller lav (△) temperatur.

Middelværdier for periode I-VI

*Retained energy in protein (RPE) at high (●) or low (○) temperature and retained energy in fat (RFE) at high (▲) or low (△) temperature.*

*Mean values in periods 1-VI*

Varmetabet i forhold til bruttoenergien (HE/GE) var i gennemsnit  $42,6 \pm 1,90$  for HT-holdet og  $49,3 \pm 1,73$  for LT-holdet, og differensen på 6,7% var stærkt signifikant ( $P < 0,001$ ).

Aflejret energi i forhold til bruttoenergi (RE/GE) udgjorde i gennemsnit  $35,8 \pm 1,62\%$  og  $27,2 \pm 2,82\%$  for henholdsvis HT- og LT-holdet, og differensen på 8,6% var stærkt signifikant ( $P < 0,001$ ).

Forholdet RFE/RPE var jævnt stigende for begge hold med stigende alder med de højeste værdier for HT-holdet.

Tabel 5.10 Omsættelig energi (ME), varmetab (HE) og aflejret energi (RE) i relation til bruttoenergi (GE) samt forholdet mellem energi aflejret i fedt (RFE) og protein (RPE) ved høj (HT) eller lav (LT) temperatur

*Metabolizable energy (ME), heat loss (HE) and retained energi (RE) in relation to gross energy (GE) and the proportion between energy retained in fat (RFE) and in protein (RPE) at high (HT) or low (LT) temperature*

| Per.<br>nr. | ME/GE   |         | HE/GE   |         | RE/GE   |         | RFE/RPE |      |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
|             | HT<br>% | LT<br>% | HT<br>% | LT<br>% | HT<br>% | LT<br>% | HT      | LT   |
| I           | 77,3    | 76,9    | 39,9    | 45,8    | 37,4    | 31,1    | 1,24    | 0,92 |
| II          | 79,7    | 77,5    | 43,5    | 49,4    | 36,2    | 28,2    | 1,25    | 0,96 |
| III         | 79,0    | 78,8    | 41,6    | 49,6    | 37,4    | 29,2    | 1,48    | 1,34 |
| IV          | 77,9    | 76,7    | 44,4    | 50,3    | 33,5    | 26,4    | 1,70    | 1,05 |
| V           | 77,5    | 74,6    | 41,2    | 50,0    | 36,2    | 24,5    | 1,85    | 1,73 |
| VI          | 79,1    | 74,2    | 44,7    | 50,4    | 34,5    | 23,8    | 2,11    | 1,96 |

Den omsættelige energi (ME), som dyret har haft til rådighed, anvendes dels til dækning af dets energibehov til vedligehold ( $ME_m$ ) og dels til produktion ( $ME_g$ ), som i dette forsøg med voksende kyllinger kan udtrykkes ved den samlede energiaflejring (RE). Udnyttelsesgraden af den omsættelige energi, der var til rådighed for produktionen ( $RE/ME_g$ ) er beregnet som vist i tabel 5.11.

Tabel 5.11 Udnyttelsesgrad af omsættelig energi til energiaflejring,  $RE/ME_g$ . ( $ME_g = ME - ME_m$ )  
*Efficiency of utilization of metabolizable energy for energy retention,  $RE/ME_g$ . ( $ME_g = ME - ME_m$ ).*

| Per. nr. | Legemsvægt |          | ME       |          | ME <sub>m</sub> <sup>x)</sup> |          | RE       |          | RE/ME <sub>g</sub> |         |
|----------|------------|----------|----------|----------|-------------------------------|----------|----------|----------|--------------------|---------|
|          | HT<br>kg   | LT<br>kg | HT<br>kJ | LT<br>kJ | HT<br>kJ                      | LT<br>kJ | HT<br>kJ | LT<br>kJ | HT<br>%            | LT<br>% |
| I        | 0,252      | 0,273    | 585      | 579      | 149                           | 159      | 283      | 234      | 64,9               | 55,7    |
| II       | 0,436      | 0,454    | 802      | 853      | 225                           | 232      | 364      | 310      | 63,1               | 49,9    |
| III      | 0,668      | 0,655    | 1020     | 1090     | 310                           | 306      | 483      | 404      | 68,0               | 51,5    |
| IV       | 0,885      | 0,883    | 1124     | 1363     | 383                           | 383      | 483      | 469      | 65,2               | 47,9    |
| V        | 1,161      | 1,115    | 1259     | 1425     | 470                           | 456      | 588      | 469      | 74,5               | 48,4    |
| VI       | 1,433      | 1,372    | 1317     | 1514     | 550                           | 532      | 574      | 486      | 74,8               | 49,5    |

x) Vedligeholdelsesbehov ( $ME_m$ ) beregnet som  $420 ME, kJ/kg^{0,75}$   
 Maintenance requirement ( $ME_m$ ) calculated as  $420 ME, kJ/kg^{0,75}$ .

Dyrenes gennemsnitlige legemsvægt og ME-optagelse fremgår af tabel 5.3, medens deres energiaflejring er vist i tabel 5.8. Kyllingerenes energibehov til vedligehold er ansat til  $420 ME, kJ/kg^{0,75}$ , og på grundlag af de individuelle målinger er  $ME_m$  og  $RE/ME_g$  beregnet, idet  $ME_g = ME - ME_m$ . Middelværdierne for de enkelte perioder er derefter beregnet og angivet i tabel 5.11.

Udnyttelsesgraden,  $k_g$  ( $RE/ME_g$ ) steg for HT-kyllingerne fra omkring 65% i de 4 første perioder til ca. 75% i de to sidste perioder, hvor fedtaflejringen var høj og ret konstant omkring 385 kJ (jvf. tabel 5.9). For LT-kyllingerne, hvor fedtaflejringen var lavere, aftog  $k_g$  fra ca. 56% i periode I til omkring 49% i de følgende 5 perioder.

## 5.6 Kalcium- og fosforomsætning

Udover de omtalte målinger af kvælstof- og energiomsætningen blev kalcium- og fosforomsætningen bestemt hos kyllingerne på de to hold,

idet optagelsen (ICa og IP) og udskillelsen i gødning + urin (DRCa og DRP) af kalcium og fosfor blev målt i de enkelte perioder og aflejringen beregnet som differens mellem optagelse og udskillelse. De målte og beregnede værdier er vist i tabel 5.12, angivet som middelværdier pr. kylling.

Tabel 5.12 Optaget kalcium (ICa) og fosfor (IP) og aflejret kalcium (RCa) og fosfor (RP) ved høj (HT) og lav (LT) temperatur

Middelværdier pr. kylling

*Intake of calcium (ICa) and phosphor (IP) and retained calcium (RCa) and phosphor (RP) at high (HT) or low (LT) temperature  
Mean values per chicken*

| Per.<br>nr. | ICa     |         | RCa     |         | IP      |         | RP      |         |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|             | HT<br>g | LT<br>g | HT<br>g | LT<br>g | HT<br>g | LT<br>g | HT<br>g | LT<br>g |
| I           | 0,41    | 0,41    | 0,17    | 0,21    | 0,29    | 0,29    | 0,14    | 0,14    |
| II          | 0,54    | 0,60    | 0,32    | 0,28    | 0,39    | 0,42    | 0,21    | 0,19    |
| III         | 0,70    | 0,75    | 0,34    | 0,35    | 0,50    | 0,53    | 0,23    | 0,23    |
| IV          | 0,78    | 0,96    | 0,40    | 0,39    | 0,55    | 0,68    | 0,25    | 0,26    |
| V           | 0,88    | 1,03    | 0,32    | 0,42    | 0,62    | 0,73    | 0,22    | 0,27    |
| VI          | 0,90    | 1,10    | 0,41    | 0,39    | 0,64    | 0,78    | 0,28    | 0,25    |

Med den større foderoptagelse for LT-holdet var optagelsen af kalcium og fosfor størst for dette hold, men dette påvirkede ikke aflejringen, der var identisk for de to hold med RCa stigende fra omkring 0,20 til 0,40 g og for RP fra 0,14 til 0,28 g daglig.

Udnyttelsesgraden udtrykt ved aflejret Ca i forhold til optaget Ca var  $47,1 \pm 7,42\%$  og  $43,4 \pm 5,52\%$  for henholdsvis HT- og LT-holdet, medens de tilsvarende værdier for udnyttelsesgraden for fosfor var  $45,2 \pm 6,46\%$  og  $40,6 \pm 6,40$ . Spredningen på observationerne var stor, og differenserne var ikke signifikante ( $P > 0,05$ ).

Forholdet mellem kalcium og fosfor i foderet (Ca/P) var 1.41, medens forholdet i aflejringen var  $1,47 \pm 0,11$  for HT-holdet og  $1,51 \pm 0,06$  for LT-holdet. Spredningen var ringe, men forskellen mellem de to hold var ikke signifikant ( $P > 0,05$ ).

## 6. RESULTATER FRA SLAGTEFORSØGENE

### 6.1 Vurdering af kemiske analysemetoder til bestemmelse af kvælstof og råfedt i kyllinger.

Som omtalt under "Materialer og metoder" blev der foretaget individuelle bestemmelser af den kemiske sammensætning af såvel start- som slutkyllinger. Analyserne er udført på 2 x 8 kyllinger ved en alder på 8 dage svarende til kyllingerne ved balanceforsøgets start og på 2 x 8 kyllinger ved balanceforsøgets slut fra henholdsvis HT- og LT-holdene, hvor dyrene var 52 dage gamle (jvf. tabel 4.1).

Efter aflivning blev startkyllingerne autoklaverede individuelt, medens slutkyllingerne blev dybfrosne og derefter homogeniseret gennem en kødhakkemaskine. I begge tilfælde er det fugtige materiale derefter frysetørret og finmalet til kemiske analyser, som tidligere anført. Til sammenligning af den anvendte metodik er der foretaget tørstof- og kvælstofbestemmelser såvel i den "autoklaverede suppe" som i den "dybfrosne grød". Desuden er der foretaget fedtbestemmelse efter Stoldt-metoden i "grøden" sammenlignet med æter-Stoldt-metoden i det frysetørrede materiale.

Resultaterne vedrørende kvælstofbestemmelser foretaget i fugtigt eller frysetørret materiale af samme oprindelse er vist i tabel 6.1.

Tabel 6.1 Kvælstofbestemmelser udført på henholdsvis  
fugtigt eller frysetørret materiale af start- eller slutkyllinger

*Determination of nitrogen in wet or freeze-dried  
materials from initial or final chickens*

| Materiale          | Anal.<br>n | Tørstof |      | Kvælstof |      |               |      |
|--------------------|------------|---------|------|----------|------|---------------|------|
|                    |            | fugtigt |      | fugtigt  |      | frysetørret*) |      |
|                    |            | %       | SD   |          |      |               |      |
| Start-kyllinger    | 16         | 27,06   | 2,00 | 2,40     | 0,15 | 2,34          | 0,15 |
| Slut-kyllinger, HT | 8          | 37,93   | 1,15 | 3,09     | 0,07 | 3,09          | 0,11 |
| Slut-kyllinger, LT | 8          | 34,31   | 0,93 | 3,28     | 0,11 | 3,22          | 0,12 |

\*) Omregnet til oprindeligt tørstof, (Recalculated to original DM)

Kvlæstofbestemmelserne er stort set udført med samme nøjagtighed uafhængigt af, om de er foretaget på fugtigt eller tørret materiale. Niveauet er gennemgående lidt højere i det fugtige end i det tørrede materiale, men forskellen er ikke signifikant ( $P > 0,05$ ).

Resultaterne vedrørende råfedtbestemmelser dels efter Stoldt-metoden i fugtigt materiale og dels efter æter-Stoldt-metoden i frysetørret materiale er vist i tabel 6.2.

Tabel 6.2 Råfedtbestemmelser udført henholdsvis efter Stoldt- eller æter-Stoldt (EE-Stoldt)-metoden på kyllinger

*Determination of crude fat according to Stoldt or EE-Stoldt methods in chickens*

| Materiale          | Anal. |       | Råfedt         |       |             |  |
|--------------------|-------|-------|----------------|-------|-------------|--|
|                    |       |       | Stoldt fugtigt |       | EE-Stoldt*) |  |
|                    | n     | %     | SD             | %     | SD          |  |
| Slut-kyllinger, HT | 8     | 16,01 | 1,20           | 15,69 | 2,05        |  |
| Slut-kyllinger, LT | 8     | 11,00 | 0,95           | 10,90 | 1,08        |  |

\*) Omregnet til oprindeligt tørstof. (*Recalculated to original DM*)

Nøjagtigheden ved de to metoder udtrykt ved variationskoefficienten (CV) var størst ved Stoldt-metoden direkte i det fugtige materiale med CV-værdier omkring 8%, medens den mere omstændelige EE-Stoldt-metode gav CV-værdier fra 10-13%. Niveauet var en anelse højere ved Stoldt end ved EE-Stoldt, men forskellen var ikke signifikant ( $P > 0,05$ ).

## 6.2 Legemsvægt og kemisk sammensætning af start- og slutkyllinger

Kyllingernes legemsvægte, bestemt umiddelbart før aflivningen, samt deres kemiske sammensætning er vist i tabel 6.3. Som tidligere omtalt er bestemmelserne foretaget individuelt med undtagelse af fedt, aske, calcium og fosfor i start-kyllinger, hvor bestemmelserne er foretaget i samleprøver, da der ikke var tilstrækkeligt materiale til individuelle bestemmelser.



Tabel 6.3 Gennemsnitlig legemsvægt og kemisk sammensætning af start-kyllinger (n=16) og slut-kyllinger på henholdsvis høj (HT,n=8) eller lav (LT,n=8) temperatur

*Mean values of live weight and chemical composition of initial chickens (n=16) and final chickens on high (HT,n=8) og low (LT,n=8) temperature*

|            |          | Start-kyllinger |      |      | Slut-kyllinger |      |      |        |      |      |
|------------|----------|-----------------|------|------|----------------|------|------|--------|------|------|
|            |          |                 |      |      | HT             |      |      | LT     |      |      |
|            |          | Middel          | SD   | CV-% | Middel         | SD   | CV-% | Middel | SD   | CV-% |
| Legemsvægt | LW g     | 125             | 19   | 15,2 | 1511           | 86   | 5,7  | 1454   | 105  | 7,2  |
| Tørstof    | DM %     | 27,06           | 2,00 | 7,4  | 37,93          | 1,15 | 3,0  | 34,31  | 0,93 | 2,7  |
| Kvælstof   | N %      | 2,40            | 0,15 | 6,3  | 3,09           | 0,07 | 2,3  | 3,28   | 0,11 | 3,4  |
| Fedt       | FAT %    | 9,00            | -    | -    | 16,01          | 1,20 | 7,5  | 11,00  | 0,95 | 8,6  |
| Aske       | ASH %    | 2,34            | -    | -    | 3,07           | 0,20 | 6,5  | 3,19   | 0,35 | 11,0 |
| Kalcium    | Ca %     | 0,59            | -    | -    | 1,02           | 0,10 | 9,8  | 0,99   | 0,10 | 10,1 |
| Fosfor     | P %      | 0,41            | -    | -    | 0,53           | 0,03 | 5,7  | 0,57   | 0,05 | 8,8  |
| Kulstof    | C %      | 14,93           | 1,26 | 8,4  | 21,81          | 0,68 | 3,1  | 18,66  | 0,88 | 4,7  |
| Energi     | GE kJ/kg | 7111            | 632  | 8,9  | 10527          | 468  | 4,4  | 8953   | 369  | 4,1  |

Som det fremgår af tabellen var variationen (CV-%) såvel med hensyn til legemsvægt som til kemisk sammensætning mindre for HT end for LT-slutkyllingerne, medens variationen var størst for start-kyllingerne.

Efter 6 ugers forsøgstid indeholdt kyllingerne på HT-holdet henholdsvis 40, 78 og 48% mere tørstof, fedt og bruttoenergi end start-kyllingerne, medens LT-holdet kun viste en gennemsnitlig stigning på henholdsvis 27, 22 og 26%. Derimod havde kyllingerne på LT-holdet det højeste kvælstofindhold med 3,28% mod 3,09% for HT-holdet svarende til en stigning på henholdsvis 37 og 29% i forhold til start-kyllingerne.

### 6.3 Kemisk sammensætning af tilvæksten

Tilvæksten er beregnet på grundlag af de individuelt bestemte legemsvægte ved forsøgets start og slut, og de gennemsnitlige værdier for HT- og LT-holdet er angivet i tabel 6.4. Tilvækstens kemiske sammensætning er beregnet på grundlag af de individuelt bestemte

værdier af slut-kyllingernes kemiske sammensætning minus de fundne gennemsnitsværdier for start-kyllingernes sammensætning. På grundlag af de således fundne individuelle værdier er tilvækstens gennemsnitlige kemiske sammensætning beregnet for HT- og LT-holdet som vist i tabel 6.4.

Tabel 6.4 Tilvæksten og dennes kemiske sammensætning for kyllinger på høj (HT) eller lav (LT) temperatur

*Live weight gain (Gain) and its chemical composition for chickens on high (HT) or low (LT) temperature*

|          |      |       | Slut-kyllinger |      |        |      |           |           |
|----------|------|-------|----------------|------|--------|------|-----------|-----------|
|          |      |       | HT             |      | LT     |      | Differens | P         |
|          |      |       | Middel         | SD   | Middel | SD   | HT - LT   | %         |
| Tilvækst | Gain | g     | 1385           | 81   | 1326   | 103  | 59        | > 0,05 NS |
| Tørstof  | DM   | %     | 39,91          | 1,26 | 35,02  | 1,02 | 3,89      | < 0,001   |
| Kvælstof | N    | %     | 3,15           | 0,08 | 3,39   | 0,14 | -0,24     | < 0,001   |
| Fedt     | FAT  | %     | 16,66          | 1,32 | 11,21  | 1,05 | 5,45      | < 0,001   |
| Aske     | ASH  | %     | 3,14           | 0,22 | 3,29   | 0,40 | -0,15     | > 0,05 NS |
| Kalcium  | Ca   | %     | 1,05           | 0,10 | 1,03   | 0,11 | 0,02      | > 0,05 NS |
| Fosfor   | P    | %     | 0,55           | 0,04 | 0,58   | 0,06 | -0,03     | > 0,05 NS |
| Kulstof  | C    | %     | 22,44          | 0,73 | 19,01  | 0,98 | 3,43      | < 0,001   |
| Energi   | GE   | kJ/kg | 10839          | 509  | 9131   | 404  | 1708      | < 0,001   |

Tilvækstens sammensætning for de to hold giver stort set samme billede som fundet for slutkyllingernes sammensætning (tabel 6.3), men da tilvæksten ikke er identisk for de to hold, anses det for at være mere relevant at foretage t-testen på tilvækstens kemiske sammensætning fremfor på slutproduktets sammensætning. Beregningerne viste, at tilvæksten hos HT-holdet indeholdt mere tørstof, fedt, kulstof og bruttoenergi end LT-holdet, og samtlige differenser var stærkt signifikante ( $P < 0,001$ ). Derimod var kvælstofindholdet på 3,15% hos HT-holdet lavere end hos LT-holdet med 3,39% og forskellen var stærk signifikant ( $P < 0,001$ ).

Som tidligere omtalt er der foretaget en orienterende undersøgelse over slutkyllingernes fjermængde og dennes indhold af kvælstof,

baseret på 2 kyllinger fra hvert hold, og resultaterne er vist i tabel 6.5.

Tabel 6.5 Fjermængde og kvælstof aflejret i fjer.  
Gennemsnit af 2 slut-kyllinger fra hvert hold

*Amount of feather and nitrogen retained in feather*  
*Mean of 2 final chickens from each group*

|             |              |         | HT    | LT   |
|-------------|--------------|---------|-------|------|
| Legemsvægt  | LW           | g       | 1526  | 1452 |
| Fjermængde  | Feather      | g       | 110,4 | 90,5 |
| Fjermængde  | Feather      | % of LW | 7,2   | 6,2  |
| N i kylling | RN           | g       | 47,2  | 47,6 |
| N i fjer    | N in feather | %       | 10,87 | 9,56 |
| N i fjer    | N in feather | g       | 12,0  | 8,7  |
| N i fjer    | N in feather | % of RN | 25,4  | 18,2 |

Legemsvægten angiver middelvægten af den tungeste og letteste kylling fra hvert hold udtaget til tørplukning. Det samlede kvælstofindhold i kyllingerne er beregnet på grundlag af deres legemsvægte og det gennemsnitlige kvælstofindhold i slut-kyllingerne, som angivet i tabel 6.3. Det fremgår af denne orienterende undersøgelse, at kvælstofindholdet i fjerene kan udgøre op til 25% af kyllingernes samlede kvælstofindhold.

## 7. DISKUSSION

### *Foderoptagelse, tilvækst og foderforbrug.*

Foderoptagelsen for LT-holdet var i de første tre uger ca. 9% højere end for HT-holdet, men med den stigende temperaturdifferens imellem de to hold (12/28°C) steg forskellen til omkring 19% i de følgende tre uger. Tilvæksten var stort set identisk for de to hold i de første 4 uger, men derefter aftog den for LT-holdet, hvilket medførte, at det gennemsnitlige foderforbrug (kg/kg) blev 2,87 for LT-holdet mod 2,39 for HT-holdet, svarende til en forskel på 20%.

De opnåede resultater er i overensstemmelse med tidligere forsøg med broilers, der viste linearitet mellem foderoptagelse og ambient temperatur ( $t_a$ ). Således fandt Farrell & Swain (1977) og Charles et al. (1981) et fald i foderoptagelsen på 9% ved en stigning i  $t_a$  fra 16 til 22/24°C. Indenfor samme temperaturinterval fandt Henken et al. (1982) et fald i foderoptagelsen på 13%, men en forbedring i foderforbruget (kg/kg) på 12% ved den højere temperatur. Ved et  $t_a$ -interval fra 5 til 34°C var foderforbruget ligeledes lavest ved den høje temperatur, men tilvæksten var størst ved den lave temperatur, Swain & Farrell (1975).

Udtrykkes energioptagelsen i relation til den metaboliske legemsvægt var der for HT-holdet en udpræget linearitet mellem energioptagelse og alder, idet den omsættelige energi (ME) aftog fra 1650 til 1000 kJ/kg<sup>0,75</sup> i alderen fra 10 til 52 dage. LT-holdet opret-holdt derimod en konstant energioptagelse på ca. 1500 ME, kJ/kg<sup>0,75</sup> fra 10 til 36 dage; hvorefter den faldt lineært til 1200 ME, kJ/kg<sup>0,75</sup>. En tilsvarende linearitet kan udledes af forsøg med udvalgte linier af HPR, hvor energioptagelsen aftog lineært fra 1545 til 1135 ME, kJ/kg<sup>0,75</sup> hos kyllinger i alderen fra 29 til 50 dage ved konstant  $t_a$  på 21°C, Sørensen et al. (1983). Foderoptagelsen og ME, kJ/kg<sup>0,75</sup> var henholdsvis ca. 43% og 12% højere for disse kyllinger end for HT-holdet indenfor denne aldersklasse. Forskellen skyldes sandsynligvis en genetisk forbedring af racen, idet de omtalte forsøgsdyr stammede fra fenholdsvis 1972 og 1982. Det kan dog ikke udelukkes, at kyllingerne på HT-holdet har været påvirket

af den konstant høje temperatur på 28°C og derved har nedsat deres foderoptagelse og tilvækst. Den biologisk optimale temperatur (BOT), Nichelmann (1984) aftager med alderen og for maximal vækst hos kyllinger ved 4-5 ugers alderen synes den øvre grænse for  $t_a$  at ligge omkring 22°C, Harris et al. (1974), Farrell & Swain (1977) og Hurwitz et al. (1980).

#### *Fordøjelighed og omsættelighed.*

De fundne fordøjelighedscoefficienter for HT-holdet med hensyn til tørstof, organisk stof og fedt samt bruttoenergiens omsættelighed (ME/GE) viste, at værdierne var uafhængige af alderen. Tilsvarende eller noget lavere værdier er fundet af Sørensen et al. (1983) på et tilsvarende foder, hvilket tyder på, at den genetiske forbedring, der har fundet sted indenfor HPR-racen, ikke synes at have påvirket deres evne til at fordøje et givet foder.

LT-holdet viste værdier for FK og ME/GE, der var identiske med HT-holdet i de tre første perioder, men derefter indtrådte et fald på omkring 5% i de følgende perioder. Dette fald kan antagelig sættes i forbindelse med ændringer i gødningens vandindhold, der for HT-holdet steg jævnt fra 45% til 69%, medens det for LT-holdet steg fra 52% til 60% i periode I til III, hvorefter det faldt til en ret konstant værdi på omkring 55% i de følgende perioder. Det er vist, at vandoptagelsen indtil en ambient temperatur på 27°C stiger med 3 g og over 27°C med 11 g/d/°K (abs. temperatur), van Kampen (1981). Ved en høj  $t_a$  er vandfordampningen (bunden varme) lavere end vandoptagelsen, hvilket medfører at gødningen bliver vådere, van Kampen (1984), som registreret for HT-holdet. Hvorvidt det lave vandindhold i gødningen for LT-holdet ved  $t$  på 12°C, skyldes nedsat vandoptagelse på grund af vandets lave temperatur, eller at vandfordampningen har været større end optagelsen, kan ikke afgøres på grundlag af det foreliggende materiale. Såfremt det lavere vandindhold i gødningen er et udtryk for, at også tarmindeholdet i hele sin udstrækning har indeholdt mindre vand, er det muligt, at dette forhold har medført en nedsættelse af såvel den enzymatiske som den mikrobielle fordøjelighed.

#### *Luftstofskifte og varmeproduktion.*

LT-holdet havde i alle perioder et større luftstofskifte og en høje-

re varmeproduktion end HT-holdet, og differensen var stigende med stigende forskelle i  $t_a$ . Dette er i overensstemmelse med resultater fra Farrell & Swain (1977), der viste, at ad lib. fodrede kyllinger forøgede deres varmeproduktion lineært med faldende  $t_a$  fra 35 til 2°C. Ved en temperatur på henholdsvis 12 og 28°C var varmeproduktionen 37% højere for LT-holdet end for HT-holdet til trods for, at energioptagelsen kun var steget med 21% ved den lave temperatur. Dette viser, at kyllingerne ved 12°C har været nødt til at forøge deres varmeproduktion udover den fodringsmæssigt betingede stigning, hvilket forklarer den registrerede svækkelse af tilvæksten.

### *Kvælstofomsætning*

På grund af den større foderoptagelse havde LT-holdet et større kvælstofindtag end HT-holdet, men på trods heraf var kvælstofaflejringen identisk for de to hold, upåvirket af temperaturforskelle. Dette svarer til resultaterne fra forsøg med kyllinger på omkring 1000 g, der viste en konstant kvælstofaflejring på ca. 1,6 g N/d indenfor et  $t_a$ -område på 9-22°C, ved temperaturer på 30 og 35°C aftog foderoptagelsen så stærkt, at kvælstofaflejringen blev lavere, Farrell & Swain (1977). I forsøg med større grupper af kyllinger fritgående i respirationskamre og målt fra 21. til 42. dag, var kvælstofaflejringen identisk ved 15 og 25°C, hvorimod den var lavere ved 35°C, hvor foderoptagelsen var nedsat, Henken et al. (1982). Undersøgelserne viser således, at kvælstofaflejringen er uafhængig af  $t_a$  indenfor et relativt bredt område, såfremt energioptagelsen er tilstrækkelig til at sikre en maximal kvælstofaflejring.

Kvælstofaflejringen for HT- og LT-holdet beskrev en krum kurve i relation til den metaboliske legemsvægt, og en kvadratisk funktion viste et maximum på 1,4 g N/d ved en legemsvægt på 990 g svarende til en alder omkring 39 dage. Tilsvarende observationer er gjort af Chwalibog et al. (1978) og Sørensen et al. (1983), der fandt en stigende og derefter aftagende kvælstofaflejring i forhold til alder/legemsvægt. Den beregnede maksimale kvælstofaflejring på 1,4 g N/d er i god overensstemmelse med resultater fra slagteforsøg, hvor kyllinger på et tilsvarende foder viste en kvælstofaflejring på 1,5 g N/d indenfor vægtklassen fra 600 til 1300 g, Kirchgeßner et al. (1978b).

Med identisk kvælstofaflejring, men med størst kvælstofindtag for LT-holdet var kvælstofudnyttelsen (RN/IN) lavest for dette hold. Udnyttelsesgraden var for begge hold aftagende gennem forsøgsperioden, men dette skyldes antageligt, at kvælstoftilførslen med den konstante sammensætning af foderet bliver større igennem tiden end behovet for maximal kvælstofaflejring.

### *Energiomsætning*

Til trods for at den gennemsnitlige energioptagelse (GE) var 15% højere for LT-holdet, var energiaflejringen (RE) 15% lavere end hos HT-holdet, idet dette havde en varmeproduktion (HE), der i gennemsnit var 30% lavere end hos LT-holdet. Varmetabet i relation til energioptagelsen (HE/GE) var i gennemsnit 42,6% for HT-holdet, medens energiaflejringen (RE/GE) var 35,8%. Disse værdier er i overensstemmelse med tidligere resultater opnået af Chwalibog et al. (1978), der fandt 41,1% og 36,8% for henholdsvis varmetab og energiaflejring i forhold til energioptagelsen. I det tidligere omtalte forsøg med udvalgte HPR-kyllinger fra 1982 fandt Sørensen et al. (1983), at varmetabet og energiaflejringen udgjorde henholdsvis 43,4% og 35,0% af bruttoenergien. Sammenholdt med det her fremlagte materiale med anvendelse af HPR-kyllinger fra 1972 ser det ikke ud til, at der er opnået genetiske forbedringer vedrørende selve energiomsætningen, idet varmetabet stadig udgør omkring 43% af den tilførte energi, derimod er der opnået en betydelig forbedring med hensyn til foderoptagelsen.

Det er karakteristisk for voksende dyr fodret ad lib., at energiaflejringen ikke har en konstant sammensætning igennem vækstperioden, men at energiaflejringen i fedt stiger betydeligt i forhold til energiaflejringen i protein, som vist i dette forsøg og fundet af Chwalibog et al. (1978) og Sørensen et al. (1983). Medens proteinaflejringen og dermed energiaflejringen i protein var identisk for de to hold, uafhængig af de anvendte  $t_a$ -værdier, var energiaflejringen i fedt i samtlige perioder væsentlig større hos HT-holdet end hos LT-holdet. Dette tyder på, at selv om energioptagelsen var lavest for HT-holdet har varmeproduktionen ved den høje temperatur været så lav, at energiaflejringen var størst for dette hold, men mer-aflejringen har udelukkende fundet sted i form af fedt.

En vurdering af den energetiske udnyttelsesgrad ( $k_g$ ), d.v.s. aflejret energi (RE) i forhold til den mængde omsættelig energi, der har været til rådighed for væksten ( $ME_g = ME - ME_m$ , hvor  $ME_m$  er sat til  $420 \text{ kJ/kg}^{0,75}$ ) viste, at  $k_g$  for HT-holdet steg fra omkring 65% i de første perioder til ca. 75% i de to sidste perioder. Denne stigning må tilskrives den større fedtaflejring, idet den energetiske udnyttelsesgrad er større ved fedt end ved proteinaflejring. Tilsvarende værdier for  $k_g$  stigende fra 61% til 76% kan udledes af de resultater, der er fremlagt af Sørensen et al. (1983) ved at anvende  $ME_m = 420 \text{ kJ/kg}^{0,75}$ . For LT-holdet med identisk proteinaflejring, men med en væsentlig lavere fedtaflejring var den energetiske udnyttelsesgrad kun omkring 50% svarende til det registrerede højere foderforbrug (kg/kg) for dette hold.

I de her fremlagte forsøg med glidende  $t_a$ -værdier fra 28 til 12°C for LT-holdet i de tre første perioder, kan det ikke udelukkes, at der har været en vis "carry-over" effekt, Shannon & Brown (1969) i disse perioder, men i de sidste perioder med en konstant  $t_a$ -værdi på 12°C kan denne effekt imidlertid lades ude af betragtning for periode V og VI. I forsøg med kyllinger (ca. 1 kg legemsvægt) målt ved  $t_a$ -værdier fra 2 til 35°C fandt Farrell & Swain (1977) stort set identiske værdier for energiaflejringen (RE) indenfor intervallet 9 til 22°C, men i relation til energioptagelsen (RE/GE) var der et udtalt optimum ved 28°C. Det angives, at den biologisk optimale temperatur (BOT) for kyllingers tilvækst ved 4-5 ugers alderen ligger i intervallet fra 10 til 22°C, medens optimal foderudnyttelse kan forventes ved en temperatur på 27°C, van Kampen (1984). Resultaterne fra de her fremlagte forsøg tyder imidlertid på, at den laveste BOT-værdi for energiaflejring ligger over 12°C, selv for kyllinger med en legemsvægt på omkring 1500 g. Ved 28°C aftog stigningstakten i foderoptagelsen fra periode III, da kyllingerne vejede ca. 700 g, hvilket medførte en svækkelse af tilvæksten. Dette tyder på, at temperaturen har været for høj i de senere perioder, uden at det på grundlag af disse forsøg kan afgøres, hvor den øverste grænse bør ligge. Det ville være af betydning at få fastlagt de biologisk optimale temperaturintervaller for kyllingers foderoptagelse, tilvækst og foderforbrug samt for deres varmetab, energiaflejring i protein/fedt og energetisk udnyttelsesgrad. Disse intervaller er ikke identiske, men de kan danne grundlaget for en



mere sikker vurdering af det økonomisk optimale temperaturinterval indenfor de kriterier, der måtte være af størst økonomisk betydning udover de af Pedersen (1975) anvendte faktorer: vægt og foderforbrug.

#### *Kalcium- og fosforomsætning*

Indenfor det anvendte temperaturinterval kunne der ikke påvises nogen forskel med hensyn til kalcium og fosforaflejringen, der gennemsnitlig udgjorde henholdsvis 47 og 43% af de indtagne mængder. Ca/P-forholdet i foderet var 1,47 og i aflejringen var det henholdsvis 1,47 og 1,51 for HT- og LT-holdet uden signifikant forskel.

#### *Kemiske analysemetoder anvendt ved slagteforsøgene*

Med anvendelse af samme kemiske metode til bestemmelse af kvælstof er det undersøgt om forskellig forbehandling af materialet påvirkede analyseresulaterne. Det viste sig, at såvel niveau som variation (CV%) var uafhængige af, om materialet var autoklaveret eller dybfrosset før homogenisering. Den mere enkle metode med dybfrysning vil derfor være at foretrække, som også anvendt af bl.a. Kirchgessner et al. (1978a) og Brown & Cartney (1982).

En vurdering af analysemetode til bestemmelse af råfedt viste, at Stoldt-metoden (HCl-hydrolyse efterfulgt af æterekstraktion) anvendt direkte på dybfrosset, homogeniseret, fugtigt materiale gav samme niveau, men større nøjagtighed end ved at anvende metoden på tørret materiale, idet der her yderligere må indføres en æterekstraktion inden hydrolysen.

#### *Kemisk sammensætning af start- og slutkyllinger*

De ved den kemiske analyse fundne forskelle i ændringer af kyllingernes indhold af fedt og protein svarer til tidligere fundne resultater (Kleiber og Dougherty, 1934, Winchester og Kleiber, 1938, Husseing og Creger, 1980, Bønsdorff Petersen, 1965 og Fris Jensen, 1971). En opdrætningstemperatur på 28°C betyder større fedtindhold i kyllingerne, end der opnås ved 12°C, medens proteinindholdet er mindst ved den høje temperatur. Forøgelsen i tilvækstens fedtindhold fra 11,2% til 16,7% er en væsentlig årsag til forøgelsen i bruttoenergiindholdet fra 9131 til 10839 kJ/kg til-

vækst.

*Kemisk sammensætning af tilvæksten*

På grundlag af de fundne indhold af protein, fedt og energi i kyllingernes tilvækst i forsøgsperioden er beregnet energiækvivalenter for protein og fedt. For protein var den fundne værdi 23,7 kJ pr. g proteintilvækst af samme størrelse som anbefalet af EAAP-undergruppe (Brouwer, 1965), mens den for fedt var noget lavere - 37,0 kJ pr. g fedttilvækst - end anført af samme gruppe, der anbefaler 39,7. Sidstnævnte værdi svarer til det af Bønsdorff Petersen (1965) fundne, medens Håkansson og Svensson (1984) fandt 38,4 kJ pr. g fedttilvækst. Forskelle i det analyserede fedts fedtsyresammensætning kunne have været anvendt til forklaring af de fundne energiækvivalenter, men denne blev ikke udført i forsøget, ligesom den ikke er anført i de andre arbejder.

## 8. KONKLUSION

Det her fremlagte materiale sammenholdt med de resultater, der findes i litteraturen viser at temperaturen øver væsentlig indflydelse på mængden af optaget foder og på udnyttelsen af dette og viser desuden nødvendigheden af at få fastlagt mere eksakte værdier for de respektive biologisk optimale temperaturintervaller (BOT) for voksende kyllinger. Det må tilstræbes, at man indenfor de enkelte vækstperioder/aldersgrupper kan angive et mere snævert temperaturinterval, hvor der kan forventes den største foderoptagelse forbundet med det lavest mulige varmetab og dermed den højeste energetiske udnyttelsesgrad svarende til den største tilvækst. Sådanne biologisk optimale temperaturintervaller kan danne grundlaget for en mere sikker vurdering af det økonomisk optimale temperaturinterval. Såfremt en kvalitetsvurdering indgår i de økonomiske overvejelser, må det samtidigt undersøges hvilket temperaturinterval, der sikrer den bedst mulige sammensætning af tilvæksten med hensyn til protein- og fedtaflejring.

## 9. ENGLISH TEXT

### *Introduction*

The influence of the ambient temperature on growth in chicks has been investigated in a number of experiments (Kleiber and Dougherty, 1934, Winchester and Kleiber, 1938, Barrott and Pringle, 1949, Mickelberry et al., 1966 and Husseiny and Creger, 1980). In general a decrease in feed intake and a reduction in body weight was found by increasing temperatures.

Fat content in chicks increased with increasing ambient temperatures (Kleiber and Dougherty, 1949, Winchester and Kleiber, 1938, Fris Jensen, 1971 and Husseiny and Creger, 1980). The same was found by Bønsdorff Petersen (1965) together with decreasing heat production with increasing ambient temperature.

To further investigate the influence of ambient temperature on chemical composition, energy metabolism, calcium and phosphorus metabolism in broilers 28 and 12°C were compared.

### *Materials and methods*

*Survey of experiment:* Six balance experiments were carried out with 2 groups of chickens kept under different temperature regime. Each group were housed permanently in respiration chambers in the interval from 10 to 52 days of age. One group was kept at a constant temperature of 28°C in the chamber (HT), while the temperature in the other chamber was decreased from 28 to 12°C (LT), according to the programme shown in Table 4.1. By conclusion of the balance experiments 8 chickens from each group were killed and the individual chemical composition was determined and compared with the composition of 2 x 8 initial chickens killed and analyzed by an age of 8 days.

*Experimental animals and composition of feed:* Fiftyfive 1-day old female White Plymouth Rock chickens (WPR) were randomized to the two chambers of a respiration unit designed for pigs, Thorbeck (1969). Except for one chicken found dead 4 days old the rest were healthy and moved eagerly around on the wirescreened floor (1.45m<sup>2</sup>), which for the first week was covered with thick paper sheets. By an age of 8 days the chickens were weighed, wing-marked and the groups were sorted down to 17 each, excluding the heaviest and lightest from each group. All chickens remained alive in the experimental

periods. Both groups were fed ad lib. with a granulated feed compound without antibiotics or coccidiostatica. The components of the feed compounds are shown in Table 4.2 and 4.3, while its chemical composition is given in Table 4.4.

*Technique applied in the balance experiments:* The temperature in the respiration chambers, monitored with an accuracy of  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ , was kept constant at  $28^{\circ}\text{C}$  for the HT-group during the whole experimental time while it was decreased from 28 to  $12^{\circ}\text{C}$  for the LT-group. The temperature for this group was decreased with half a centigrade daily during period I - II and then with one centigrade daily in period III. By the end of this period a temperature of  $12^{\circ}\text{C}$  was obtained and this temperature was then kept constant during the remaining 3 balance periods (Table 4.1). The relative humidity varied from 42 to 50% and from 33 to 47% for the HT and LT-group respectively. Water was available at all times for both groups.

Each group was measured in 6 consecutive balance periods each consisting of a 3-days preliminary period followed by a 4-days period with quantitative collection of the droppings. The feed intake was registered for the preliminary as well as for the collection periods. The chemical analyses of feed and droppings were carried out in accordance with the normal procedure at the laboratory, Weidner & Jakobsen (1962). The chickens were weighed individually by the conclusion of each balance period.

Two 24-hours respiration experiments were conducted on the second and third day in the collection periods and the mean values used in the calculations. The set of constants and factors proposed by Brouwer (1965) have been applied to calculate the energy metabolism of the groups and then the results for reason of comparison have been divided by 17 to give mean values.

*Technique applied in the slaughter experiments:* By an age of 8 days 8 chickens from each group were killed by means of chloroform. Before analyzing the chickens were autoclaved individually for 2 hours at 2 atm., homogenized and divided in two parts. One part was used for determination of dry matter and nitrogen in the wet material, while the other part was freeze-dried and used for determination of DM, N, Fat, Ash, Ca, P, C and GE as shown on page 16.

Caused by the small amount of materials the analyses for Fat, Ash, Ca and P were carried out in mixed samples from the heaviest and lightest chicken from each group. The fat content was determined by ether extraction followed by the Stoldt method i.e. HCl-hydrolysis before ether extraction.

By the conclusion of the balance experiments the chemical composition of 8 chickens from each group was determined. The analyses were carried out individually on deep-frozen and homogenized material divided in two parts and analyzed in accordance with the schema shown on page 17. In the wet material in which the dry matter, nitrogen and fat content was determined the fat analyses were carried out in accordance with the Stoldt method, while in the dried material ether extraction was taken before the Stoldt method was applied for the fat determination.

#### *Feed intake, growth and feed conversion ratio*

The total feed intake, gain in live weight and feed conversion ratio (FCR) from 8 to 52 days of age for the two groups in question are shown in Table 5.1. The mean daily feed intake per chicken was 75 g and 86 g for the HT and LT-group respectively, corresponding to an increment of 15% for the LT-group. The mean feed intake in period I in which the difference in temperature was only 4.5°C was identical for both groups with a value of about 46 g/d. In the following periods with increasing differences in temperatures the feed intake was in all periods highest for the LT-group increasing to 126 g/d in period VI compared with 103 g/d for the HT-group (Fig. 5.2 and Table 5.3).

As shown in Fig. 5.1 the mean live weight of the chickens was quite identical in both groups until the conclusion of period IV. By the greater difference in temperature (28 against 12°C, cf. Table 4.1) the difference in live weight increased by which the mean final live weight was 1507 g for the HT-group and 1449 g for the LT-group (Table 5.2). In spite of the higher feed intake for the LT-group the live weight gain was slightly lower (5%) with 30.0 g/d compared with 31.4 g/d for the HT-group. Thereby the value of FCR (kg/kg) increased from 2.39 for the HT-group to 2.87 for the LT-group, corresponding to an increment of 20%.

The intake of metabolizable energy (ME) increased from 585 to 1317 kJ/d and from 579 to 1514 kJ/d for the HT and LT-group respectively. In relation to metabolic live weight ME decreased from about 1650 to 1000 kJ/kg<sup>0.75</sup> for the chickens in group HT, while it decreased from about 1550 to 1200 kJ/kg<sup>0.75</sup> for the LT-group (Table 5.3).

#### *Digestibility and metabolizability*

For both groups a close relationship between feed intake and amount of droppings was observed (Table 5.4) but differences in water content in the droppings were found. In the HT-group the water content increased steadily from 45 to 69%, while it in the LT-group increased from 52 to 60% from period I to III and then it declined to a rather constant value of about 55% in the following periods (Fig. 5.3).

The mean coefficients of digestibility and their standard errors of mean (SEM) for dry matter, organic matter and fat were 75.8 ± 0.43%, 77.9 ± 0.38% and 81.7 ± 0.63% respectively for the HT-group (Table 5.5). Identical values were obtained in the first periods for the LT-group (Fig. 5.4), but in the later periods with greater differences in the temperatures the digestibilities declined with about 5% unit for this group.

The mean metabolizability was 78.5 ± 0.42% for the HT-group with identical values for the LT-group in the first periods but then it declined to about 74.5% in the last periods (Table 5.5).

Based on the feed intake (Table 5.3) and the metabolizability in each period the amount of ME in the feed compound applied was calculated to be 12.76 ± 0.17 ME, MJ/kg in the HT-group, independent of periods/age. In the LT-group the mean value was 12.70 ± 0.14 MJ/kg in period I to III but then it declined to 12.23 ± 0.22 MJ/KG in period IV to VI and the difference was significant (P<0.01).

#### *Gas exchange and heat production*

CO<sub>2</sub>-production, O<sub>2</sub>-consumption and heat production was in all periods highest for the LT-group (Table 5.6). As the gas exchange and heat production is related to metabolic live weight and energy intake these values are indicated in the table as well. The heat pro-

duction increased from 334 to 852 kJ/d for the HT-group, while it increased from 376 to 1148 kJ/d for the LT-group. The difference increased between the two groups with increasing difference between the temperature of the chambers (Fig. 5.5). The mean difference in heat production between the groups was 30%, while the difference in energy intake was only 15%.

In relation to metabolic live weight the heat production in the HT-group decreased from 940 to 650 kJ/kg<sup>0.75</sup> during the experimental time while it for the LT-group increased from 1000 to 1100 kJ/kg<sup>0.75</sup> in period I to IV and then it declined to 900 kJ/kg<sup>0.75</sup> in period VI.

A regression of heat production on metabolic live weight and energy intake for the HT-group showed a non-significant intercept and the following equation without intercept was obtained:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{HE(RQ), kJ} & = & 143.8 \text{ LW,kg}^{0.75} + 0.397 \text{ GE,kJ} \\
 s_b & & 55.7 \quad \quad \quad 0.0371 \\
 t & & 2.58 \text{ (NS)} \quad \quad \quad 10.7 \text{ (P<0.001)} \\
 \text{RDS} = 17.4 & \quad \quad & \text{CV} = 2.74\% \quad \quad \quad \text{R}^2 = 0.994 \quad \quad \quad n = 6
 \end{array}$$

### *Nitrogen metabolism*

The nitrogen intake (IN), being related to the feed intake, was highest for the LT-group, but caused by a higher nitrogen excretion in droppings (DRN) for this group no significant difference (P < 0.05) in nitrogen retention (RN) was found between the groups (Table 5.7). The utilization of nitrogen (RN/IN) was decreasing through the periods for both groups from 58 to 39% for the HT-group and from 57 to 28% for the LT-group.

The nitrogen retention curve indicates a curvilinear function to age (Fig. 5.6) and further calculations in relation to live weight or metabolic live weight gave curvilinear functions as well. The data from broh groups were then used in a quadratic function based on metabolic live weight and the following equation was obtained:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{RN, g/d} & = & 2.72 \text{ LW,kg}^{0.75} - 1.37 \text{ LW,kg}^{1.50} \\
 s_b & & 0.16 \quad \quad \quad 0.15 \\
 \text{RSD} = 0.085 & \quad \quad & \text{CV} = 7.2\% \quad \quad \quad n = 12
 \end{array}$$

The equation gave a maximum of 1.35 N,g/d at a live weight of 990



g corresponding to an age of 39 days.

### *Energy metabolism*

The LT-group had in average 15% higher energy intake (GE) than the HT-group, but caused by a 30% higher heat production (HE,CN) in the LT-group the energy retained (RE,CN) in this group was 15% lower than in the HT-group (Table 5.8). The mean difference between the two groups was 67 kJ/d, being significant ( $P < 0,01$ ) (Fig. 5.7).

Based on the nitrogen and carbon balances the amount of retained protein and fat, expressed in gram as well as in energy is calculated and the values are shown in Table 5.9. (23.9 kJ/d protein and 39.8 kJ/g fat). A tendency to a slightly higher energy retention in protein with mean values of 176 and 170 kJ/d for the HT and LT-group respectively was observed, but the difference was not significant ( $P > 0,05$ ). The energy retained in fat was in all periods highest for the HT-group with mean values of 287 and 226 kJ/d for the HT and LT-group respectively, corresponding to 7.2 and 5.7 g fat/d, the difference being highly significant ( $P < 0,001$ ). The amount of energy retained in protein and fat in relation to age is demonstrated in Fig. 5.8.

The values of ME, HE,(CN) and RE in relation to intake of energy (GE) are shown in Table 5.10 together with the proportion of energy retained in fat (RFE) to energy retained in protein (RPE). The mean values of HE (CN)/GE was  $42.6 \pm 1.90\%$  for the HT-group and  $49.3 \pm 1.73\%$  for the LT-group and the difference was highly significant ( $P < 0,001$ ). Energy retained in relation to intake of energy (RE/GE) was  $35.8 \pm 1.62\%$  and  $27.2 \pm 2.82\%$  for the HT-group and LT-group respectively and the difference was highly significant ( $P < 0,001$ ). For both groups increasing values of RFE/RPE were found from 1.2 to 2.1 and from 0.9 to 2.0 for the HT and LT-group respectively.

The metabolizable energy available (ME) is used partly to cover the energy requirement for maintenance ( $ME_m$ ) and partly for the production, which in the present investigation was growth measured as the total energy retained (RE). Calculating with a  $ME_m$ -value of  $420 ME, kJ/kg^{0.75}$  the amount of ME available for growth ( $ME_g$ ) and the efficiency of utilization ( $RE/ME_g$ ) was calculated for both

groups through the experimental time and the values are shown in Table 5.11. The efficiency increased in the HT-group from about 65% in period I to IV to about 75% in period V and VI in which the fat gain was high and rather constant with a mean value of 385/kJ/d (cf. Table 5.9). In the LT-group a lower efficiency was obtained in all periods decreasing from 56% in period I to a rather constant value of 49% in the following periods.

#### *Calcium and phosphorous metabolism*

The intake and the retention of calcium (RCa) and phosphorous (RP) for both groups during the experimental time is shown in Table 5.12. No significant differences concerning RCa or RP were found. RCa increased from 0.20 to 0.40 g/d while RP increased from 0.14 to 0.28 g/d. The mean utilization of Ca (RCa/ICa) was  $47.1 \pm 7.4\%$  and for P the value was  $43.4 \pm 5.5\%$ , but the difference was not significant ( $P > 0.05$ ). The ratio of CA/P in the feed was 1.47 and in the gain the ratio was  $1.47 \pm 0.11$  and  $1.51 \pm 0.06$  for the HT and LT-group respectively, with no significant difference ( $P > 0.05$ ).

#### *Evaluation of analytical methods applied in slaughter experiments*

The determination of nitrogen was carried out in the wet as well as in the freeze-dried materials from the killed initial and terminal chickens and the results are shown in Table 6.1. The level and the accuracy obtained in the nitrogen determination was slightly higher in the wet than in the dried material but the differences were not significant ( $P > 0.05$ ). The accuracy was highest in materials from the terminal chickens with CV-values from 2.3 to 3.7% while the values were about 6.4% in materials from the initial chickens.

The level obtained in the fat determination (Table 6.2) was slightly higher when the analyses were carried out in the wet material according to the Stoldt-method only compared with ether-extraction before the Stoldt-method in the dried material, but the difference was not significant ( $P > 0.05$ ). A higher accuracy was obtained by using the wet material with CV-values about 8% compared with values between 10 to 13% in the dried material.

### *Chemical composition of initial and terminal chickens*

The chemical composition was determined individually in 16 initial chickens and in 8 chickens from each of the two groups after termination of the balance experiments. The mean value of the composition together with the mean live weight of the chickens taken just before slaughtering are given in Table 6.3. The variation expressed by CV-values was highest in the initial chickens compared with the terminal chickens in which the HT-group showed the lowest variation.

The mean dry matter content in the HT-chickens after 6 weeks in balance experiment was  $37.93 \pm 0.41\%$  against  $34.31 \pm 0.33\%$  in the LT-group. In relation to the initial chickens in which the content was  $27.06 \pm 0.50\%$ , the increment in dry matter was 40% and 27% for the HT and LT-group respectively. The fat content in the initial chickens was 9.00% increasing to  $16.01 \pm 0.42\%$  and  $11.00 \pm 0.34\%$  in the HT and LT-group respectively, corresponding to an increment of 78% and 22%. In contrast the nitrogen content was highest in the LT-group with a mean value of  $3.28 \pm 0.04\%$  against  $3.09 \pm 0.02\%$  for the HT-group. Compared with the initial chickens in which the nitrogen content was  $2.40 \pm 0.04\%$  the increment was 37% and 29% respectively.

### *Chemical composition of body weight gain*

The mean body weight gain of the chickens determined individually as the differences between live weight at the beginning and by the termination of the balance experiments was  $1385 \pm 29$  g and  $1326 \pm 36$  g for the HT and LT-group respectively. The chemical composition of the gain was measured as differences between the individually determined content in the terminal chickens and the content in the initial chickens using their individual live weight and the mean values of the chemical composition in the corresponding initial chickens. Based on these figures the procentual composition of the body weight gain was calculated as shown in Table 6.4.

The body weight gain contained  $39.91 \pm 0.45\%$  dry matter,  $16.66 \pm 0.47\%$  fat and  $10.84 \pm 0.18$  MJ/kg in the HT-group while the corresponding values in the LT-group were  $35.02 \pm 0.36\%$ ,  $11.21 \pm 0.37\%$  and  $9.13 \pm 0.14$  MJ/kg and all differences between the groups were

highly significant ( $P < 0.001$ ). In contrast the body weight gain contained more nitrogen in the LT-group with  $3.39 \pm 0.05\%$  against  $3.15 \pm 0.03\%$  for the HT-group, the difference being highly significant ( $P < 0.001$ ).

A preliminary investigation concerning the amount of nitrogen stored in the feather was carried out indicating a storage of 25% of the total nitrogen retention in the HT-group and 18% in the LT-group (Table 6.5).

### Discussion

*Feed intake, growth and feed conversion ratio.* The feed intake was highest for the chickens on low ambient temperature ( $t_a$ )  $12^\circ\text{C}$  (LT), and the difference increased with increasing difference in  $t_a$  as found by Farrel & Swain (1977), Charles et al. (1981) and Henken et al. (1982). In contrast the chickens kept at  $28^\circ\text{C}$  (HT) showed the best FCR, being in accordance with Swain & Farrell (1975) and van Kampen (1984). The latter indicates  $27^\circ\text{C}$  as the biological optimal temperature (BOT), Nichelmann (1984) for feed conversion ratio, while BOT seems to be about  $22^\circ\text{C}$  for maximal growth for chickens by an age of 4 to 5 weeks, Harris et al. (1974), Farrell & Swain (1977) and Hurwitz et al. (1980).

*Digestibility and metabolizability.* The digestibility and metabolizability in the first periods did not differ between the two temperatures applied but then it declined for the chickens in the LT-group, probably connected with a lower water content in the droppings for this group. At high temperatures the water intake will be above the water evaporation thereby causing wet droppings, van Kampen (1984), as observed in the present experiment. The lower water content in the droppings from the LT-chickens may be caused by a lower water intake and/or a water evaporation higher than the intake, not being determined in the experiment. The lower water content in the droppings indicates a lower amount of water in the gut content, which seems to have influenced the digestibility.

*Gas exchange and heat production.* The LT-group had in all periods a higher gas exchange and a higher heat production than the HT-group, the difference increasing with increasing difference in  $t_a$  in accordance with Farrell & Swain (1977) who found linearity between

heat production and  $t_a$  between 2°C and 35°C. The heat production at 12°C was 37% higher than for the chickens kept at 28°C, while the energy intake was only 21% higher, which explains the reduction in the growth rate for the LT-group.

*Nitrogen metabolism.* The nitrogen retention curves were identical for the two groups in question, not influenced by  $t_a$ , and showing a maximum of 1.4 g N/d by a live weight about 990 g/39 days of age. The results obtained confirm the observations made by Farrell & Swain (1977) and Henken et al. (1982) that the nitrogen retention was not influenced by the temperature over a wide range of  $t_a$  from 9 to 22°C. Above that temperature the energy intake was reduced causing a reduction in the nitrogen retention. That the nitrogen retention describes a curvilinear function in relation to live weight or metabolic live weight have been found by Chwalibog et al. (1978) and Sørensen et al. (1983) and a retention of 1.5 g N/d was found in slaughter experiment with chickens from 600 to 1300 g live weight, Kirchgessner et al. (1978b). The decreasing utilization of nitrogen (RN/IN) through the periods may be explained by the intake of nitrogen exceeding the requirement for maximum nitrogen retention, and not by a decreasing utilization per se.

*Energy metabolism.* The energy retained in the LT-group was in average 15% below the value for the HT-group in spite of the 15% higher energy intake for the LT-group. The lower energy retention for this group was caused by a 30% higher heat production. In relation to energy intake (GE) the heat production (HE) was 42.6% and the energy retention (RE) 35.8% for the HT-group. Similar values have been obtained by Chwalibog et al. (1978) and Sørensen et al. (1983). The latter have used selected lines of WPR-chickens but the heat production in relation to energy intake was still about 43% as found in the present experiment in which WPR-chickens from 1972 were applied.

The proportion between energy retained in protein and in fat is not constant during the growth period. By increasing age the energy retained in fat will increase in relation to energy retained in protein by ad lib. fed chickens, as found in the present experiment for the HT-group. The LT-group showed a similar retention of protein as the HT-group, but a lower proportion of fat,

indicating that the higher heat production in this group has caused a reduction of the fat gain but not in the protein gain.

The efficiency of utilization of metabolizable energy for growth ( $k_g = RE/ME_g$ ) calculating with  $ME = 420 \text{ kJ/kg}^{0.75}$  was in average 65% in the first periods increasing to 75% in the last periods for the HT-group. The higher efficiency is connected with the higher fat retention in this group as shown by the lower efficiency of 50% obtained in the LT-group with its lower fat gain.

It is indicated that the biological optimum temperature (BOT) for growth is between 10 to 22°C for chickens by an age of 4 to 5 weeks, van Kampen (1984). The present experiment seems to indicate that the lower limit is above 12°C even for chickens with a live weight about 1500 g.

*Chemical composition of initial and terminal chickens and the body gain.* The results from the chemical analysis directly in samples of deep-frozen, homogenized and wet material from whole birds were in agreement with earlier experiments, Kleiber and Dougherty (1934), Winchester and Kleiber (1938), Bønsdorff Petersen (1965), Fris Jensen (1971), and Husseing and Creger (1980). The ambient temperature 28°C resulted in higher fat content than found in chicks reared at 12°C, but content of protein was highest in chicks at 12°C.

The increase in fat content in body weight gain from 11.2% at 12°C to 16.7% at 28°C explains the increase in energy from 9,13 to 10.8 MJ/kg. Calculations of energy equivalents for protein and fat showed 23.7 kJ/g gain in protein, which is of the same magnitude as recommended by EAAP, Brouwer (1965). For fat was found 37.0 kJ/g gain in fat, which is lower than the value recommended by the same group - 39.7, which was found by Bønsdorff Petersen (1965), but Håkansson and Svensson (1984) reported 38.4 kJ/g gain in fat.

### Conclusion

The present investigation and results from the litterature indicate that further experiments should be carried out in order to obtain more exact informations about the biological optimal temperatures (BOT) for growing chickens. The aim must be to give for each growth period/age group a rather narrow temperatur interval, by which the highest feed intake combined with a low heat produc-

tion causing a high energetic efficiency can be expected. Such biological determined temperature intervals would be a sound basis for consideration about the economical optimal temperatures.

## 10. LITTERATUR

- Barrott, H.G. og Pringle, E.M. (1949). Effects of environment on growth and food and water consumption of chickens. *Journal of Nutrition*, 37:153-157.
- Brouwer, E. (1965). Report of Sub-Committee on Constants and Factors. Proc. 3rd Symp. on Energy Metabolism, Troon (1964). EAAP Publ. No. 11:441-443. Academic Press, London.
- Brown, H.B. and McCartney, M.G. (1982). Effects of dietary energy and protein and feeding time on broiler performance. *Poultry Sci.* 61:304-310.
- Bønsdorff Petersen, C. (1965). Kalibrering af et diaferometer samt energetiske stofskiftemålinger ved klimaforsøg med voksende kyllinger, Licentiatafhandling, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København, 108 pp.
- Charles, D.R., Groom, C.M. and Bray, T.S. (1981). The effects of temperature on broilers: Interaction between temperature and feeding regime. *Br. Poultry Sci.* 22:475-481.
- Chwalibog, A., Henckel, S. and Thorbek, G. (1978). Protein and energy metabolism in growing broilers in relation to sex and feeding level. *Z. Tierphysiol., Tierernährg.u.Futtermittelkde.* 42:87-99.
- Farrell, D.J. and Swain, S. (1977). Effects of temperature treatments on the energy and nitrogen metabolism of fed chickens. *Br. Poultry Sci.* 18:735-748.
- Fris Jensen, J. (1969). Klimaforsøg. Landøkonomisk Forsøgslaboratorium efterårsmøde. Årbog 1969:153-156.
- Fris Jensen, J. (1971). The influence of temperature on the growth of broilers. Indlæg ved arbejdsgruppemøde på Universitæt Hohenheim. Arbejdsgruppe 4b under den europæiske federation af WPSA.
- Harris, G.C., Dodgen, W.H. and Nelson, G.S. (1974). Effects of diurnal cyclic growing temperatures on broiler performance. *Poultry Sci.* 53:2204-2208.
- Henken, A.M., Grootte Schaarsberg, A.M.J. and Es, A.J.H.van (1982). *Poultry Sci.* 62:59-67.
- Hurwitz, S., Weiselberg, M., Eisner, U., Bartoo, I., Riesenfeld, G., Sharvit, M., Nio, A. and Bornstein, S. (1980). The energy requirements and performance of growing chickens and turkeys as affected by environmental temperature. *Poultry Sci.* 59:2290-2299.



- Kampen, van, M. (1981). Thermal influences on poultry. In: Clark J. A. (ed). Environmental aspects of housing for animal production. pp. 131-147. Butterworths, London.
- Kampen van, M. (1984). Physiological responses of poultry to ambient temperature. Arch.exper.Vet.med. 38:384-391.
- Kirchgessner, M., Roth-Maier, D.A. and Gerum J. (1978a). Körperzusammensetzung und Nährstoffansatz 3-5 Wochen alter Broiler bei unterschiedlicher Energie- und Eiweissversorgung. Arch. Geflügelk. 42:62-69.
- Kirchgessner, M., Gerum, J. & Roth-Maier, D.A. (1978b). Zur Verwertung von Stickstoff und Energie bei 3-5 Wochen alten Mastküken mit unterschiedlichen Energi- und Eiweissgehalten im Futter. Arch. Geflügelk. 42:106-114.
- Kleiber, M. And Dougherty, J.E. (1934). The influence of environmental temperature on the utilization of food energy in baby chicks. The Journal of general Physiology 17:701-726.
- Nichelmann, M. (1984). Das Konzept von der biologisch optimalen Temperatur. Arch.exper.Vet.med. 38:419-430.
- Petersen, J. (1975). Optimalt klima til slagtekyllinger. Temperatur- og lufthastighedsforsøg. Doktorafhandling, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København. Statens Byggeforskningsinstitut.
- Shannon, D.W.F. and Brown, W. O. (1969). The period of adaptation of the fasting metabolic rate of the common fowl to an increase in environmental temperature from 22°C to 28°C. Br. Poultry Sci. 10:13-18.
- Swain, S. and Farrell, D.J. (1975). Effects of different temperature regimens on body composition and carry-over effects on energy metabolism of growing chickens. Poultry Sci. 54: 513-520.
- Sørensen, P., Chwalibog A. and Eggum, B.O. (1983). Protein and energy metabolism in two lines of chickens selected for growth on high or low protein diets. Br. Poultry Sci. 24:237-250.
- Thorbek, G. (1969). Studier over energiomsætningen hos voksende svin. I. Opbygning og funktion af et nyt respirationsanlæg for svin. (Studies on energy metabolism in growing pigs. I. Construction and function of a new respiration plant for pigs). Forsøgslab., København, Beretning 373, 46 pp.
- Weidner, K. og Jakobsen, P.E. (1962). Dyrefysiologi II. Øvelsesvejledning for landbrugs-, mejeribrugs og licentiatstuderende ved Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, DSR-Forlag, KVL, 118 pp.
- Winchester, C.F. and Kleiber, M. (1938). The effect of environmental temperature on mortality, rate of growth and utilization of food in White Leghorn chicks. Journal of Agricultural Research 57:529-544.